



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

### TREBALL FINAL DE MÀSTER

---

# PROPOSTA DE CIRCUIT ASSISTENCIAL PER A PACIENTS AMB HIPERTENSIÓ OCULAR O ANTECEDENTS DE GLAUCOMA

**Sílvia Arteche Fernández**

Genís Cardona Torradeflot  
Cristina Pujadas Garcia  
Departament d'Òptica i Optometria

07 de Febrer de 2019

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa  
© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2019. Tots els drets reservats



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

El Dr. Genís Cardona Torradelfort y la Dra. Cristina Pujadas Garcia, com a directors del treball

### CERTIFIQUEN

Que la Sra. Sílvia Arteche Fernández ha realitzat sota la seva supervisió el treball “Proposta de circuit assistencial per a pacients amb hipertensió ocular o antecedents familiars de glaucoma” que es recull en aquesta memòria per optar al títol de Màster en Optometria i Ciències de la Visió.

I per a què consti, signem aquest certificat.

Sr Genís Cardona Torradeflot  
Director del treball

Sra Cristina Pujadas Garcia  
Directora del treball

Terrassa, 07 de Feber de 2019



## MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

# PROPOSTA DE CIRCUIT ASSISTENCIAL PER A PACIENTS AMB HIPERTENSIÓ OCULAR O ANTECEDENTS DE GLAUCOMA

### RESUM

#### Objectiu

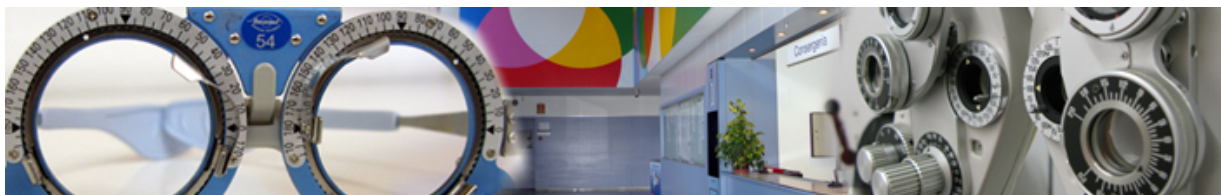
Realitzar una proposta per a dur a terme un protocol assistencial per tal que l'optometrista faci el seguiment de pacients sans amb hipertensió ocular o antecedents familiars de glaucoma, en un àmbit ambulatori o hospitalari de la sanitat pública de Catalunya. D'aquesta manera es pretén assegurar la continuïtat assistencial de qualitat al pacient no patològic, alliberant espai a les agendes de les consultes oftalmològiques.

#### Mètodes

Es realitza una cerca bibliogràfica per determinar els conceptes fonamentals i científics que cal entendre per poder interpretar i desenvolupar una tasca de seguiment com la que es planteja, com comprendre la malaltia i la seva incidència, els seus factors de risc, les proves com la campimetria computeritzada, la tomografia de coherència òptica o la mesura de la pressió intraocular, que esdevenen fonamentals per a la detecció i el seguiment, i els criteris de derivació a l'oftalmòleg pertinents. Conjuntament amb una de les doctores responsables del departament de glaucoma d'un servei públic s'ha elaborat un circuit basat en l'evidència científica i en l'experiència de la pràctica clínica, tot fent una primera prova pilot en casos reals de la consulta.

#### Resultats i conclusions

Després de posar en pràctica en alguns casos aquesta proposta pilot, sembla que compleix amb les expectatives esperades, que venen a ser que en el moment en el que l'optometrista detecta possible indicatiu de patologia, deriva al pacient per tal de que sigui valorat per l'oftalmòleg. Si el pacient continua amb proves que denoten la no patologia, aquest seguirà els controls pertinents amb l'optometrista. Una de les principals dificultats que ens hem trobat és amb la mesura de la pressió intraocular, ja que el *gold standar* es basa en tonometria de Goldmann (mètode que requereix l'aplicació d'un col·liri anestèsic) i que l'optometrista no pot realitzar. Per tant, es presenta una alternativa no invasiva amb la mesura a través de tonòmetre d'aire i l'aplicació posterior d'un factor de correcció. És necessari un estudi a llarg termini amb un mostra elevada de pacients per valorar si aplicant aquest protocol es troben millores estadístiques en quant a la qualitat assistencial, la millora d'espai a les agendes dels oftalmòlegs i de cost econòmic.



## MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA I CIENCIAS DE LA VISIÓN

# PROPUESTA DE CIRCUITO ASISTENCIAL PARA PACIENTES CON HIPERTENSIÓN OCULAR O ANTECEDENTES DE GLAUCOMA

### RESUMEN

#### Objetivo

Realizar una propuesta para llevar a cabo un protocolo asistencial para que el optometrista haga el seguimiento de pacientes sanos con hipertensión ocular o antecedentes familiares de glaucoma, en un ámbito ambulatorio o hospitalario de la sanidad pública de Catalunya. De este modo, se pretende asegurar la continuidad asistencial de calidad al paciente no patológico, liberando espacio en las agendas las consultas oftalmológicas.

#### Métodos

Se realiza una búsqueda bibliográfica para determinar los conceptos básicos i científicos necesarios para entender, interpretar y desarrollar la tarea de seguimiento que se plantea, como comprender la enfermedad y su incidencia, sus factores de riesgo, las pruebas como la campimetría computerizada, la tomografía de coherencia óptica o la medida de la presión intraocular, fundamentales para la detección y el seguimiento, y los criterios de derivación al oftalmólogo pertinentes. Conjuntamente con una de las doctoras responsables del departamento de glaucoma de un servicio público, se ha elaborado un circuito basado en la evidencia científica y en la experiencia de la práctica clínica, desarrollando una primera prueba piloto con casos reales de la consulta.

#### Resultado y conclusiones

Después de poner en práctica algunos casos de esta propuesta piloto, el protocolo cumple con las expectativas esperadas, que vienen a ser que en el momento en el que el optometrista detecta posible indicio de patología, deriva al paciente para que sea valorado por el oftalmólogo. Si el paciente continúa con las pruebas que denotan la no patología, éste seguirá los controles pertinentes con el optometrista. Una de las principales dificultades que se han encontrado es la medida de la presión intraocular, ya que el *gold standard* es con el tonómetro de Goldmann (método que requiere la aplicación de un colirio anestésico) y que el optometrista no puede realizar. Por tanto, se ha optado por la aplicación de una alternativa no invasiva, a través del tonómetro de aire, y de un factor de corrección posterior. Es necesario un estudio a largo plazo y con una muestra elevada para valorar si aplicando este protocolo se obtienen mejoras estadísticas en cuanto a la calidad asistencial, en el espacio de las listas de los oftalmólogos, e incluso en términos de coste económico.



## MASTER'S DEGREE IN OPTOMETRY AND VISION SCIENCES

# PROPOSAL OF A PEER ASSISTANCE CIRCUIT FOR PATIENTS WITH OCULAR HYPERTENSION OR A HISTORY OF GLAUCOMA

### ABSTRACT

#### Purpose

To present a proposal of a care protocol for the optometrist to monitor patients with ocular hypertension or a family history of glaucoma, in an outpatient or hospital setting of the public health services of Catalonia. In this way, the continuity of quality care to the non-pathological patient is ensured by freeing space in the agenda of the ophthalmology services.

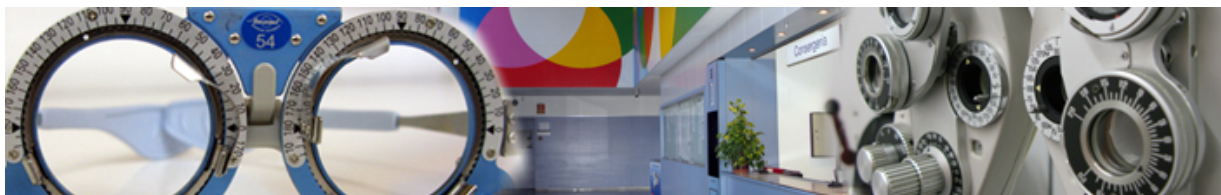
#### Methods

A bibliographic search was conducted to determine basic and scientific concepts needed to understand, interpret and develop the study aims, such as defining the disease and its incidence, its risk factors, the tests, such as computerized visual field, the optical coherence tomography or the measurement of intraocular pressure, that are essential for the detection and follow-up, and relevant referral criteria to the ophthalmologist. Jointly with one of the doctors responsible for the glaucoma department of a public service, a circuit proposal, based on scientific evidence and experience in clinical practice, was developed, and implemented on a small sample of real cases of the consultation.

#### Results and conclusions

The pilot proposal was successfully implemented on a small sample of patients, meeting with the expected outcome, resulting in immediate patient referral to the ophthalmology services if the optometrist detects possible evidence of pathology. If, on the other hand, the patient continues with the tests that denote non-pathology, the relevant follow-up scheduled visits by the optometrist were programmed. One of the main difficulties of the proposal was the actual measurement of intraocular pressure, since the gold standard is with the Goldmann tonometer (method that requires the application of an anaesthetic eye drop) and that the optometrist cannot perform. Therefore, a non-invasive alternative was suggested, consisting in the measurement with air-puff tonometry, followed by a correction factor. A study to determine whether by applying this protocol, statistical improvements are seen in terms of the quality of care, in the agenda of the ophthalmology services, and even in economic terms would be necessary.





## ÍNDICE

1. Introducció	9
2. Marco teòric	
2.1. El glaucoma	
2.1.1. Prevalencia	10
2.1.2. Factores de riesgo	11
2.1.3. Clasificación simplificada	12
2.1.3.1. Glaucoma primario de ángulo abierto (POAG)	13
2.1.3.2. Glaucoma secundario de ángulo abierto normotensivo (GNT)	14
2.1.3.3. Glaucoma secundario de ángulo abierto pigmentario	14
2.1.3.4. Glaucoma secundario de ángulo abierto pseudoexfoliativo	14
2.1.3.5. Glaucoma secundario de ángulo abierto neovascular	15
2.1.3.6. Glaucoma primario de ángulo cerrado por bloqueo pupilar (APAC)	15
2.1.3.7. Glaucoma de ángulo cerrado crónico	16
2.2. Métodos diagnòstics	
2.2.1. Campimetria Humphrey	17-18
2.2.1.1. Pérdidas de campo visual en glaucoma	19
2.2.1.2. Interpretación del campo visual	19-21
2.2.1.3. Ejemplo de campo visual normal	22
2.2.1.4. Definición de daño basal	23
2.2.1.5. Progresión	23

2.2.2. Tomografía de coherencia óptica (OCT)	
2.2.2.1. Análisis de la capa de fibras nerviosas	24-27
2.2.2.2. OCT de células ganglionares	28-29
2.2.3. Presión intraocular (PIO)	
2.2.3.1. La función del humor acuoso	30-31
2.2.3.2. Variaciones de la presión intraocular	31
2.2.3.3. Métodos de medida de la PIO	32-35
2.3. Tratamiento	
2.4. Circuito asistencial	
2.4.1. En España	36-37
2.4.2. En otros países	37
3. Objetivos	38
4. Métodos	
4.1. El protocolo para pacientes con antecedentes familiares de glaucoma o hipertensos oculares	38-40
4.2. El campo visual	
4.2.1. PHG	40
4.2.2. VFI	41
4.2.3. DM	41
4.2.4. Mapa de desviación modelo	41
4.2.5. Puntuación total para CV	42
4.3. OCT papila y células ganglionares	
4.3.1. OCT papila	42-43
4.3.2. OCT células ganglionares	43
4.4. Valoración final	44

5. Resultados y discusión	
5.1. Ejemplo puntuación CV	45-46
5.2. Ejemplo puntuación OCT papila	47-48
5.3. Ejemplo puntuación OCT CGG	49-50
5.4. Ejemplo de puntuación total del caso	51
6. Conclusiones y trabajos futuros	52
7. Bibliografía	53-54



## 1- INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es crear un nuevo circuito asistencial para la sanidad pública, en el cuál el óptico optometrista haga un *screening* de aquellos pacientes con hipertensión ocular y/o antecedentes de glaucoma (los principales factores de riesgo para desarrollar esta enfermedad).

El glaucoma es una enfermedad neurodegenerativa que afecta a la calidad visual de las personas y que puede llegar a provocar ceguera a causa de la pérdida de células ganglionares de la retina, las cuales nos ayudan a trasladar las imágenes de la misma al cerebro. Si estas fibras dejan de funcionar el resultado es la pérdida de sensibilidad y de campo visual. Se trata de una enfermedad silenciosa, ya que en sus primeras etapas no muestra ninguna sintomatología para el paciente (una presión intraocular algo por encima de los valores normales no causa dolor) y por tanto la enfermedad puede avanzar creando daños irreversibles. Por esta razón, es de vital importancia realizar controles para detectar si nos encontramos frente a una problemática de este tipo.

Los oftalmólogos son los médicos especialistas que se encargan de diagnosticar las patologías oculares y, por tanto, serán ellos los que deberán confirmar si se presenta o no esta enfermedad. El óptico-optometrista integrado en los servicios de oftalmología (el cuál se contempla como papel fundamental para la mejora de la eficacia de los servicios especializados), realiza tareas asistenciales dirigidas a la detección de defectos refractivos, pero también se ocupa de determinadas pruebas diagnósticas y colabora en el seguimiento de algunas enfermedades oftalmológicas según los protocolos llevados a cabo entre los equipos de atención primaria y los servicios oftalmológicos (1).

Las consultas en la sanidad pública tienen mucha demanda y los oftalmólogos atienden a muchas personas con patologías que requieren seguimiento. Cuando un paciente es derivado a través de su médico de familia al oftalmólogo, ya sea por un antecedente familiar de glaucoma o bien por haber encontrado una presión intraocular elevada, el oftalmólogo es el que realizará una primera visita para valorar si hay o no patología. En el caso de que el paciente no sea patológico se le deberán realizar visitas de control periódicas para comprobar que no se desarrolle la enfermedad. Es aquí donde entra el papel del optometrista, que será el encargado de realizar este seguimiento. Si se observara indicio de posible patología en alguno de estos controles, se derivará al oftalmólogo para su valoración. De esta manera se podrán descongestionar las agendas de los oftalmólogos y asegurar la continuidad asistencial para el paciente con mejor calidad.

## 2- MARCO TEORICO

### 2.1- EL GLAUCOMA

El glaucoma es una neuropatía óptica con diferentes etiologías que tienen en común la degeneración de las células ganglionares de la retina (CGR) que conlleva una pérdida progresiva e irreparable del campo visual hasta llegar a la ceguera.

Esta pérdida de fibras nerviosas de las células ganglionares puede objetivarse en el aspecto de la cabeza del nervio óptico. Se considera que existe un estrés biomecánico cuando dichas fibras cruzan la lámina cribosa, siendo susceptibles al gradiente de presión entre el área prelaminar (presión intraocular) y el área retrolaminar (presión del líquido cefalorraquídeo [LCR]). El principal factor de riesgo tratable es la presión intraocular (PIO) elevada. El riesgo de presentar glaucoma aumenta con el incremento de PIO, aunque ésta se encuentre dentro de los valores normales. Cuando la PIO supera los 21mmHg, el riesgo aumenta entre 6 y 10 veces en comparación con una PIO de 15mmHg; sin embargo, se puede presentar daño glaucomatoso con una PIO baja, o un nervio libre de patología con una PIO más alta o al límite. Se sugiere que la presión del LCR es tan importante como la PIO a nivel de factor de riesgo de daño glaucomatoso. Cuanto menor es la presión de LCR, mayor gradiente translaminar en cualquier PIO dada y mayor el riesgo de daño. Se ha demostrado que con la edad la presión del LCR disminuye (2). Además, se ha objetivado que con la edad la esclerótica posterior se vuelve más rígida y queda sujeta a mayores tensiones, aunque las PIOs sean más bajas. Esto puede influir en la pérdida de CGR y la aparición de la enfermedad. (3)

#### 2.1.1- Prevalencia

El glaucoma se considera una de las principales causas de ceguera en el mundo (un 8% de la población mundial según la OMS) y se calcula que unos 60 millones de personas la padecen en el mundo, de las cuales llegan a la ceguera 4,5 millones. Para el año 2020 la cifra de afectados por esta enfermedad podría llegar a 80 millones.

Se considera como un 2% de las causas de discapacidad visual en el mundo, siendo una de las principales causas de discapacidad visual irreversible, a diferencia de las más prevalentes como los errores de refracción no corregidos (43%) o las cataratas no operadas (33%). (4)

### 2.1.2- Factores de riesgo

Los factores de riesgo más importantes (5,6) a parte de la PIO son:

- Edad: a partir de los 40 años se tiene un riesgo mayor a poder padecer esta enfermedad, siendo la edad uno de los factores de riesgo más importantes en el glaucoma primario de ángulo abierto (POAG), que es la etiología más prevalente en el mundo. Las personas mayores de 80 años tienen un 10% más de probabilidad de enfermar que una persona de 40 años. No es una relación lineal, pero a mayor edad mayor riesgo. Sin embargo, existen otras etiologías menos frecuentes que pueden afectar a personas más jóvenes.
- Raza: la raza negra tiene entre 4 y 16 veces mayor riesgo a presentar glaucoma en relación a la raza caucásica. Se suele diagnosticar la enfermedad antes y es más difícil tratarla. Además, la tasa de ceguera es hasta 8 veces mayor y la relación basal entre excavación y papila óptica es superior que en el caso de los caucásicos. También los asiáticos presentan un mayor riesgo a padecer glaucoma, pero en este caso es por cierre angular debido a que sus ojos son estructuralmente más pequeños.
- Antecedentes familiares: en familiares de primer grado la incidencia puede ser de entre el 4 y el 16% en comparación con la población sin antecedentes, que sería del 1-2%. El 25-50% de los pacientes con POAG tienen antecedentes familiares de glaucoma y se han determinado algunos genes, como el GLC1A o MYOC, que producen una proteína llamada miocilina, que estaría relacionada con el aumento de resistencia al paso de humor acuoso por la malla trabecular y al aumento de presión intraocular secundario.
- Otros factores de riesgo: Los ojos hipermétropes al ser más cortos suelen tener ángulos más estrechos y mayor riesgo a padecer glaucoma de ángulo cerrado (GAC). Los ojos miopes medio altos son más largos y es más difícil su exploración porque algunos presentan unas papilas ópticas inclinadas y se hace más complicada detectar la excavación. No es un factor de riesgo como tal, pero sí que son pacientes a los que hay que prestar esta consideración.

El uso prolongado de corticoesteroides en pacientes respondedores pueden deteriorar el drenaje del humor acuoso induciendo cambios estructurales y funcionales en el sistema trabecular. Esto es más común para pacientes con POAG.

También hay otros factores de riesgo bajos que engloban la diabetes (esta enfermedad puede afectar a los vasos de pequeño diámetro del nervio óptico), la hipertensión arterial (podría dañar los vasos sanguíneos del ojo de forma que no puedan compensar los cambios en el flujo sanguíneo cuando la presión ocular aumenta), migrañas (el espesor coroidal aumenta y esto crea mayor riesgo de daño) y una mala circulación de la sangre (provoca una menor cantidad de hemoglobina, sobre todo en las zonas de daño glaucomatoso).

### 2.1.3- Clasificación simplificada

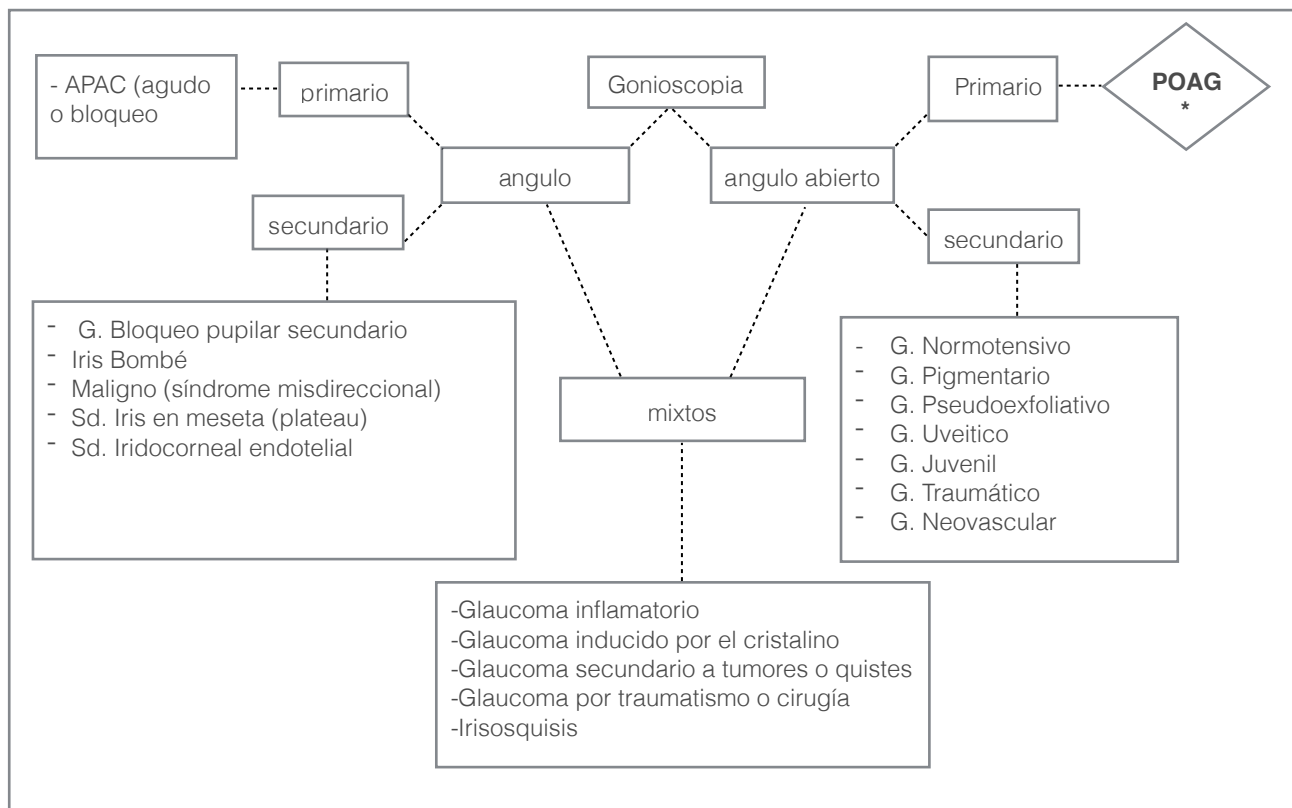


Figura 1: Clasificación simplificada del glaucoma (5)  
 \* Glaucoma primario de ángulo abierto

### Open vs. Closed angle Glaucoma

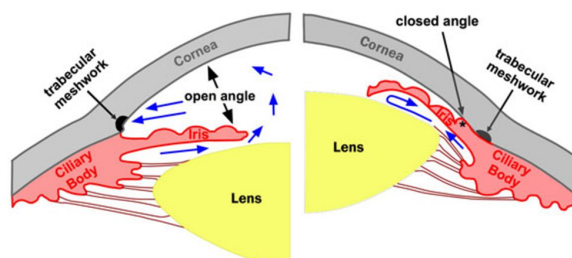


Figura 2: Ahmed Shaman. Ophthalmic Diseases, Clinical Pharmacy  
 Department

Existen varias formas de clasificar el glaucoma y podemos hablar de diferentes tipos. En este trabajo nos ocuparemos del POAG (el más prevalente), por lo que no presentaremos una descripción de todos ellos, solamente de los tipos más habituales que nos encontramos en consulta.

#### **2.1.3.1 -Glaucoma primario de ángulo abierto (POAG), GPAA o crónico:**

Es la forma más frecuente de glaucoma. Por definición el POAG es aquel que tiene una PIO alta (superior a 21mmHg), un ángulo abierto, una trabécula de apariencia normal y una pérdida de fibras ganglionares. Es bilateral, pero puede ser asimétrico. El aumento de PIO viene condicionado por un problema en el drenaje del humor acuoso. Se han visto alteraciones en el endotelio, en el canal de Schelmm, en el tejido yuxtacanalicular y en los haces trabeculares, observándose una disminución del espacio intratrabecular y el depósito de proteínas aberrantes en la matriz extracelular que alteran la permeabilidad al paso de humor acuoso. Cabe diferenciar el POAG de la hipertensión ocular, en el que la PIO es alta pero no hay daño de fibras nerviosas. Es una enfermedad asintomática en su fase inicial, solo el paciente percibe una reducción del campo visual periférico y de la visión central en las fases ya más tardías.

Los factores de riesgo conocidos más importantes en este tipo de glaucoma son: una PIO elevada, la edad (a partir de los 40 existe mayor riesgo), la raza (con mayor riesgo la raza negra), los antecedentes familiares, el uso de corticoides y otros (como problemas con la circulación de la sangre...). En corneas delgadas en el centro hay que prestar especial atención (no sería un factor de riesgo en sí, pero si a tener en cuenta a la hora de valorar la PIO, este punto quedará explicado más adelante). Otro factor a tener en cuenta aparece cuando los nervios ópticos son fisiológicamente diferentes (puede suceder en cualquier paciente, pero es común en miopes o astigmáticos) a lo normalizado. En estos casos es más difícil determinar si existe daño o no ya que no se puede comparar con las bases de datos estadísticos y requerirá un estudio con mayor atención.

El tratamiento tiene como objetivo bajar la PIO y suele ser farmacológico, trabeculoplastia con láser y cirugía de filtración. Los pacientes que se diagnostican de forma precoz y que reciben un tratamiento adecuado tiene una buena evolución. (5,7,8)

### **2.1.3.2- Glaucoma secundario de ángulo abierto. Glaucoma normotensivo (GNT):**

Existe una excavación de la papila óptica patológica y pérdida en el campo visual tal como ocurre con el POAG, pero sin antecedentes de PIO por encima del rango de normalidad. Es difícil poner una PIO "frontera" de 21mmHg, pero sí que se ha observado una diferencia entre los glaucomas con PIOs altas y PIOs dentro de lo normal. Existe una mayor asociación a enfermedades vasoespásticas como la migraña y el fenómeno de Raynaud, así como mayor riesgo de padecer enfermedades autoinmunes e hipotensión sistémica (en especial presiones diastólicas muy bajas durante el sueño), por lo que se considera un glaucoma con un mayor componente de isquemia crónica de pequeño vaso. Aunque la PIO esté dentro de los límites normales el objetivo es bajarla hasta una PIO diana, reduciéndola un 30% respecto a la PIO basal, ya que se ha demostrado que si se llega a esta reducción, la progresión es mucho más lenta. En los casos más severos también se acaba con cirugía de filtración para ayudar a bajar más los valores de la PIO, ya que es más difícil bajar una PIO de 16 a 12 que de 38 a 21mmHg. (5,8)

### **2.1.3.3- Glaucoma secundario de ángulo abierto. Glaucoma pigmentario:**

Se da en pacientes con el síndrome de dispersión pigmentaria (SDP). El SDP se caracteriza por una liberación de pigmento desde la superficie posterior del iris, que presenta una convexidad posterior y una fricción secundaria con la estructura zonular. El pigmento se deposita de forma difusa por toda la cámara anterior, quedando un depósito vertical central en el endotelio corneal (huso de Krukenberg) y una hiperpigmentación difusa a nivel de la trabecula, que puede conducir a un aumento de la PIO. En algunos casos, los más severos, se puede observar una heterocromía y una atrofia en rueda de carro con retroiluminación, así como un cambio en el tamaño pupilar provocado por la pérdida de pigmento en el iris. Si hay afectación asimétrica, la pupila más grande es la que corresponderá al ojo más afectado. Existe un riesgo mayor de que esto ocurra cuando se practica ejercicio físico brusco o después de dilatar la pupila, con aumentos de PIO bruscos que pueden asociarse a episodios de visión borrosa. Es más frecuente en gente joven, alrededor de la tercera década de la vida y es más en hombres caucásicos y en miopes. (5,7)

### **2.1.3.4- Glaucoma secundario de ángulo abierto. Glaucoma Pseudoexfoliativo:**

Se produce por un cúmulo de una proteína anormal fibrino-granular que proviene de la cápsula del cristalino del iris y del cuerpo ciliar que se acumula en la malla trabecular, disminuyendo su capacidad funcional. Suele tener un inicio por encima de los 60 años y es asintomático hasta estados muy avanzados. Puede ser unilateral (aunque acaba siendo bilateral) y normalmente asimétrico. Se asocia con frecuencia a catarata nuclear, pérdida pigmentaria en el iris central y medio. Suelen tener más prevalencia los escandinavos, rusos o mediterráneos. Puede aparecer una resistencia a la dilatación farmacológica por los cambios en la musculatura del iris. También hay riesgo de subluxación del cristalino por debilidad zonular. La extracción del cristalino no detiene la producción de material exfoliativo en el ojo. (5,8)

#### **2.1.3.5- Glaucoma secundario de ángulo abierto. Glaucoma neovascular:**

Es un glaucoma secundario a patologías vasculares, siendo las causas más frecuentes la retinopatía diabética proliferativa o la neovascularización secundaria a trombosis venosa o arterial retiniana, si bien puede darse en otras entidades. Se produce la neoformación vascular sobre el iris y sobre la malla trabecular, con ramificaciones más finas que cruzan la estructura angular hasta la línea de Schwalbe. Todos estos neovasos forman una red que acaba provocando una sinequia de la pared interna y externa, con la posibilidad de producirse un cierre angular completo (glaucoma neovascular congestivo). Al margen del tratamiento de la presión intraocular, en estos casos debe tratarse la causa que ha originado la aparición de estos neovasos. (5,7,8)

#### **2.1.3.6- Glaucoma primario de ángulo cerrado por bloqueo pupilar (APAC):**

En el caso de un bloqueo pupilar, el flujo del humor acuoso desde la cámara posterior a la cámara anterior a través de la pupila se hace más difícil, por un contacto del iris con la capsula del cristalino. De esta forma, la presión en la cámara posterior es mayor a la de la cámara anterior, haciendo que el iris periférico, que es más delgado que el iris central, se abombe hacia adelante y entre en contacto con la malla trabecular y la línea de Schwalbe, dificultando así mismo el drenaje de humor acuoso. Este tipo de glaucoma aparece cuando la pupila está en un grado medio de dilatación, que es cuando se da la mayor área de contacto entre cristalino e iris. Esta situación, pues, suele ocurrir cuando las condiciones de luz son mesópicas, durante momentos emocionales intensos o cuando existe dilatación farmacológica. Algunos fármacos sistémicos pueden provocar una midriasis moderada. En el caso de que se dilate la pupila para un examen oftalmológico, si durante la máxima dilatación encontramos una PIO normal, no podemos estar seguros de que el paciente esté libre de riesgo, ya que es en el momento en el que la dilatación va disminuyendo y pase por una dilatación media cuando puede aparecer este aumento de PIO. Este tipo de glaucoma es especialmente prevalente en ojos hipermétropes de pequeño tamaño y con cámaras anteriores estrechas y córneas de reducido diámetro. También es más frecuente en ancianos, ya que con la edad el cristalino se engrosa y la pupila suele estar más miótica. También son las mujeres más propensas que los hombres a sufrir un cierre de ángulo de este tipo. Los esquimales y los asiáticos son las poblaciones con un mayor riesgo.

El bloqueo pupilar agudo produce un aumento brusco de PIO que puede llegar hasta 50-80 mmHg en cuestión de minutos. Este aumento se asocia a visión borrosa, ojo rojo, dolor intenso, náuseas y/o vómitos y sudoración. El tratamiento consiste en realizar una iridotomía con láser o la iridectomía quirúrgica para igualar la presión en ambos compartimentos.

En un caso de cierre angular agudo la cámara anterior se cierra por aposición iridocorneal, que puede ser reversible, mientras que en el caso de cierre de ángulo crónico este cierre será irreversible debido al desarrollo de sinequias anteriores periféricas (goniosinequias). (5,7,8)



#### **2.1.3.7- Glaucoma primario de ángulo cerrado crónico:**

Este tipo de glaucoma es asintomático. Es bastante similar al glaucoma de ángulo abierto primario, con una PIO elevada, una excavación papilar y defectos en el campo visual, pero a diferencia de éste, la gonioscopía muestra un ángulo iridocorneal aposicional o cerrado. También se puede presentar la posibilidad de presenciar pigmento disperso sobre el endotelio corneal en las zonas de contacto con el iris. La iridotomía con láser YAG puede ser de utilidad para mejorar el espacio angular en caso de aposición iridiana, pero no permite la liberación de sinequias en caso de cierres angulares de larga evolución. (5,8)

## 2.2 - MÉTODOS DIAGNÓSTICOS

### 2.2.1- Campimetría Humphrey:

La campimetría es una de las pruebas indispensables para el seguimiento y/o la detección del glaucoma. En este trabajo nos vamos a centrar en el campímetro de Humphrey HFA II, que es uno de los más utilizados en las consultas médicas de oftalmología.

Se trata de una prueba no invasiva que explora la sensibilidad del campo visual. Existen varias estrategias de análisis en función del tamaño del estímulo, el área de estudio, el contraste (*yellow*, *white*) y la forma de tomar los datos. En glaucoma, las primeras áreas del campo visual que suelen verse afectadas son nasales, por lo que en general se usa la estrategia 24.2, que analiza hasta 30° nasales para detectar lesiones glaucomatosas incipientes (pero 24° en las zonas superior, nasal y temporal para acortar el tiempo de la prueba), con estímulo III. También es una de las pruebas importantes en algunas enfermedades neuro-oftalmológicas. (9)

Es fundamental realizar la prueba de forma correcta para que después su interpretación sea fiable. Aunque no es invasiva, el paciente en ocasiones se muestra nervioso por acertar y se le hace difícil comprender bien lo que debe hacer además de percibirla como una prueba larga.

Antes de empezar hay que preparar el campímetro introduciendo los datos del paciente: nº historia, fecha de nacimiento y la graduación de la gafa que esté usando para lejos (hay que tener cuidado en considerar si hay cambios en la graduación de la gafa, sobre todo después de que el paciente haya sido intervenido de cataratas; el campímetro tiene en la memoria la graduación anterior del paciente, si no se toma en cuenta el posible cambio, la prueba se verá alterada). El mismo programa nos calculará las lentes compensadoras que deberemos colocar en el campímetro para substituir sus gafas. Esta técnica se realiza en condiciones escotópicas, colocando al paciente bien sentado, centrado en la mentonera y de forma monocular con las lentes bien aproximadas a su ojo pero sin que estas le molesten (de no ser así pueden surgir artefactos o errores en los resultados). Se le suele tapar primero el ojo izquierdo para evaluar el derecho y se le explica que debe mirar al punto central que siempre verá encendido. Alrededor de la campana irán apareciendo luces que se encienden y se apagan de forma aleatoria y de diferentes intensidades, el paciente deberá apretar un botón con el dedo cada vez que vea una de las luces, pero sin mirarlas directamente ni buscarlas (deberá hacerlo sin dejar de mirar al punto central). Mientras se está realizando la prueba el examinador deberá estar presente e ir vigilando que el paciente lo esté haciendo correctamente (si hace falta ir corrigiendo la postura o haciendo indicaciones).

Existen diferentes estrategias y pruebas que se pueden realizar, siendo alguna de ellas:

## BIBLIOTECA DE PRUEBAS PARA HUMPREY (10)

Pruebas umbral	
24-2	Mide 24 grados temporalmente y 30 grados nasalmente y prueba 54 puntos. Se usa para afecciones neuro-oftálmicas y detección general, así como para la detección temprana del glaucoma.
30-2	Mide 30 grados temporal y nasalmente y prueba 76 puntos. Utilizado para detección general, glaucoma precoz y afecciones neurológicas.
10-2	Mide 10 grados temporal y nasalmente y prueba 68 puntos. Se usa para problemas de mácula, retina, neuro-oftálmica y glaucoma avanzado.

## ESTRATEGIA DE PRUEBA UMBRAL (10)

SITA Standard	Este algoritmo utiliza un modelo matemático complejo para estimar los valores de umbral para cada punto en función de las respuestas a los estímulos presentados en esa ubicación, así como la información recopilada de las ubicaciones cercanas. Se siguen obteniendo valores de umbral completos para los primeros 4 puntos probados (uno en cada cuadrante del campo visual), y se obtiene al menos una inversión de descendente a ascendente para cada ubicación. Los tiempos de prueba en individuos normales son aproximadamente la mitad del tiempo que las pruebas de umbral completo, con reproducibilidad similar o mejor.
SITA Fast	Es más rápido. Produce resultados similares en comparación con SITA-Standard, pero la repetitividad es más baja y es ligeramente menos sensible.
Umbral completo	En comparación con las estrategias más nuevas, las estrategias de umbral completo emplean pasos más pequeños en intensidad e implican más inversiones en la dirección de los estímulos presentados (es decir, ascendente o descendente), lo que resulta en tiempos de prueba más largos.
Fastpac	Este programa determina el umbral con una sola inversión utilizando un incremento de 3 dB. Aunque es más rápido que el umbral completo, se ha informado que subestima la gravedad de los defectos del campo visual.
SITA-SWAP	La perimetría automatizada de longitud de onda corta (SWAP), utiliza la vía koniocelular y mide de manera selectiva la función de longitud de onda azul corta proyectando un estímulo azul sobre un fondo amarillo. Se ha encontrado que SWAP identifica el daño glaucomatoso temprano en hipertensos oculares, sospechosos de glaucoma y pacientes con glaucoma. El SWAP puede detectar defectos visuales hasta cinco años antes que con la perimetría automatizada estándar (PAS) en algunos pacientes. A pesar de su sensibilidad mejorada en la evaluación de los déficits funcionales en el glaucoma, el SWAP tiene varias limitaciones. Así, demuestra una mayor variabilidad de prueba-prueba que PAS y está influenciado por las opacidades de los medios. Además, el tiempo de prueba prolongado lo hace menos aceptable para los pacientes y menos eficiente en la práctica. Al interpretar los resultados obtenidos con SWAP, se debe hacer hincapié en los parámetros menos afectados por la reducción generalizada, como la prueba del hemis campo de glaucoma y la gráfica de desviación del umbral del patrón. Recientemente, SITA SWAP se ha introducido en el programa 24-2 y ha demostrado una reducción significativa tanto en el tiempo de prueba como en la variabilidad.

Para este trabajo nos centraremos en SITA fast 24-2, ya que es la prueba más rápida, con una repetitividad aceptable, y cuya evaluación nos puede ayudar a detectar defectos tempranos en glaucoma.

### 2.2.1.1 Pérdidas de campo visual en glaucoma

Los tipos más comunes de déficit en el campo visual en el glaucoma resultan del daño a las fibras nerviosas en una ubicación y distribución determinadas. Por lo general, como las fibras nasales y el haz maculopapilar se conservan hasta el final del proceso de la enfermedad, es común que quede una isla de visión central o temporal en los ojos con glaucoma avanzado. El daño a las fibras arqueadas, por otro lado, se observa con frecuencia. Los déficits corresponden a la anatomía de estas fibras. El daño siempre es nasal al punto ciego, y con frecuencia se presenta en forma de "escalón" en el aspecto nasal del campo visual. Un daño más significativo a las fibras arqueadas puede resultar en un escotoma arqueado o de Bjerrum. En ocasiones, los RGC de la retina parafoveal inferior se unen a las fibras arqueadas, lo que resulta en un escotoma paracentral superior. Como las fibras arqueadas no cruzan la línea media horizontal, la mayoría de la pérdida de campo visual glaucomatosa respeta (es decir, no cruza) la línea media horizontal (aunque puede haber daño en fibras de ambos hemicampos). Finalmente, aunque la pérdida de campo visual glaucomatosa puede ocurrir en cualquier parte del campo visual, la mayoría de los pacientes con pérdida de campo visual tienen alguna pérdida de campo detectable dentro de los 24-30° centrales. (5)

### 2.2.1.2- Interpretación del campo visual (5, 10)

#### a) Índices de fiabilidad:

Los *falsos positivos* ocurren cuando el paciente responde apretando el botón sin que se haya presente ningún estímulo. Este tipo de respuesta puede hacer parecer que el campo visual está mejor de lo que realmente es. Si el índice de respuestas de falso positivo es superior al 10% la prueba no se podrá considerar fiable.

Los *falsos negativos* ocurren cuando un punto de sensibilidad conocida es reexaminado con un estímulo más brillante y el paciente no responde. Si el índice de falsos negativos es superior al 20% la prueba no se podrá considerar fiable.

Las *pérdidas de fijación* ocurren cuando el paciente responde a un punto que teóricamente se proyecta en la zona de la mancha ciega. Esto puede ocurrir o bien porque al principio no se ha localizado correctamente la mancha ciega o bien porque el paciente no fija correctamente. Si el valor de pérdidas de fijación supera el 30% la prueba no se podrá considerar fiable.

b) Datos numéricos:

Se representa con los valores reales del umbral para todos los puntos examinados. Como mínimo diez puntos se examinan dos veces y entre paréntesis se pueden ver los segundos resultados. Cualquier punto por encima o por debajo de 5 dB del valor esperado (según los puntos contiguos) también se vuelve a examinar.

c) Escala de grises:

Es una forma de representar la sensibilidad de los dB que permite una rápida visión del conjunto del CV donde las áreas sombreadas indican pérdida de sensibilidad. Hay que tener en cuenta que la diferencia entre un patrón más oscuro y uno más luminoso que parece espectacular puede deberse a un cambio de umbral de sólo 1 o 2 dB. Pero también, entre dos situaciones de prueba con un cambio de sólo una unidad en la escala de grises puede haber una diferencia de 10 dB.

d) Desviación total:

Compara el campo visual del paciente con el banco de datos normalizados para un paciente de la misma edad. Si el número que aparece es un cero significa que el paciente tiene el umbral esperado por su edad. Los números positivos serán aquéllos que dan una respuesta más sensible a la esperada por la edad; en cambio los números negativos serán aquellos puntos que están más deprimidos.

El mapa inferior (ver ejemplo en las páginas posteriores) corresponde al mapa de desviación total llevado a probabilidades, “cuanto más oscuro menos probabilidad de que esta diferencia no se deba al azar”. Los puntos simples se consideran normal ( $P > 5\%$ ), los otros símbolos significan el valor de P ( $< 5\%$   $< 2\%$   $< 1\%$   $< 0,5\%$ ).

e) Desviación patrón:

En este apartado se muestran los datos determinados mediante la correlación del campo para la depresión global. Esto es útil para saber qué campos son los que están difusamente deprimidos a causa de un glaucoma o los que lo están a causa, por ejemplo, de las cataratas, ambliopías, etc. También nos ayudará a identificar un defecto focal debido al glaucoma en un paciente con un campo deprimido por otras causas.

f) PHG:

Esta prueba examina puntos por encima y por debajo de la horizontal para comparar y notar si existen o no diferencias significativas entre los puntos reflejados. Se pueden dar diferentes respuestas:

Posibles resultados	Interpretación
Dentro de los límites normales	Lo esperado en función de las bases estadísticas.
Reducción generalizada de la sensibilidad	Los valores del paciente en las mejores zonas examinadas son inferiores al 99,5% de la población.
Sensibilidad anormalmente alta	Los valores del paciente en las mejores zonas examinadas son superiores al 99,5% de la población.
Fuera de los límites normales	La diferencia entre los hemicampos superior e inferior excede a la observada en el 99% de la población normal o la sensibilidad en ambas zonas está por debajo del 99% de la población.
Limítrofe	La diferencia entre los hemicampos superior e inferior excede a la observada en un 97% (pero menos del 99%) de la población normal.

#### g) Índices globales:

Asimismo, toda campimetría ofrece una serie de índices globales, muy útiles en la detección y seguimiento de patologías:

Índices globales	Interpretación
Desviación media (MD)	Cuantificación media de lo deprimido que está el campo visual del paciente en comparación con una persona normal de su edad. Una MD inferior a -2,00 dB, en ausencia de cataratas, edema de la córnea, miosis u otras enfermedades, indica una depresión generalizada a causa de glaucoma. Los pacientes que obtienen valores positivos en esta prueba es porque en algunos casos manifiestan umbrales supranormales. Este cálculo está ponderado en el centro, de manera que los puntos centrales contribuyen más a la puntuación que los puntos periféricos.
Desviación estándar patrón (PSD)	Es la diferencia entre un punto dado y los puntos contiguos, cuantificando el déficit total. Si todo el campo está deprimido el PSD será próximo a cero; por el contrario, si una zona está focalmente deprimida la PSD aumentará.
Índice de campo visual (VFI)	Es un porcentaje que informa de la sensibilidad normal corregida en función de la edad y la localización. Representa el porcentaje de visión útil residual del paciente. Está menos afectado que la MD por factores que causan una reducción general de la sensibilidad, como la catarata, miosis, y error de refracción, y es útil para valorar la progresión. El valor mínimo es 0 para un campo terminal y 100% para un individuo normal.

#### h) Rastreador de mirada:

Se trata de un rastreador objetivo de la mirada que sigue la córnea del paciente y registra los movimientos. Las marcas ascendentes representan las ocasiones en las que el ojo se ha desviado de la fijación central; las descendentes son las que el rastreador no ha podido registrar la fijación del paciente.

## 2.2.1.3- Ejemplo de campo visual normal (5, 10)

Datos personales del paciente

Paciente:   
 FDN:   
 Sexo: **Femenino**   
 ID:



2 Tipo de prueba

OD Análisis de campo único

Central 24-2 Prueba de umbral

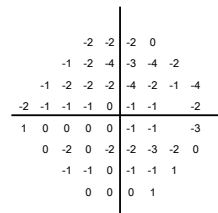
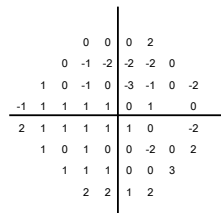
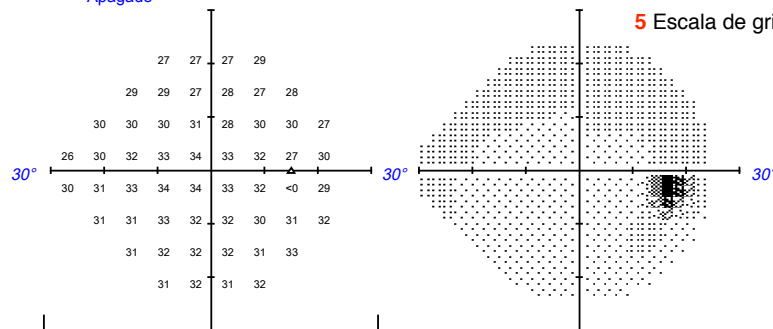
Indices de fiabilidad (explicado en punto 5.1.3 a)

Monitor de fijación: **Mirada/Mancha ciega**   
 Objetivo de fijación: **Central**   
 Pérdidas de fijación: **0/10**   
 Errores falsos pos.: **0%**   
 Errores falsos neg.: **0%**   
 Duración: **02:35**   
 Foveal: **Apagado**

Estímulo: **III, Blanco**   
 Fondo: **31,5 asb**   
 Estrategia: **SITA-Fast**   
 Diámetro de pupila: **6,1 mm \***   
 Agudeza visual: **Rx: +3,00 DS**

Fecha: **14-jun-2018**   
 Hora: **15:45**   
 Edad: **58**

Datos numéricos (5.1.3 b)



Desviación total (5.1.3 d)

Desviación total

Desviación del modelo

7 Desviación patrón o modelo (5.1.3 e)

PHG: **Dentro de límites normales** (5.1.3 f)

VFI: **100%**

DM: **0,29 dB**

PSD: **1,26 dB**

9 Índices globales (5.1.3 g)

:: P < 5%   
 :: P < 2%   
 :: P < 1%   
 :: P < 0,5%

10 Rastreador de mirada (5.1.3 h)

Comentarios

Firma





#### 2.2.1.4- Definición de daño basal

El daño basal de partida se establece habitualmente en el segundo campo visual fiable (Según la clasificación de Hoddap –Parrish –Anderson) (11)

P 24-2 HFA	MD	nº puntos p menor a 5%	nº puntos p menor a 1%	5º centrales
Daño inicial	entre 0 y -6 dB	menor a 18 (25%)	menor de 10	ningún punto menor o igual a 15 dB
Daño moderado	entre -6 dB y -12 dB	menor a 37 (50%)	menor de 20	sólo un hemiscampo con 1 punto menor o igual a 15 dB
Daño avanzado	más de -12 dB	mayor de 37 (50%)	mayor de 20	- cualquier punto de 0 dB - en ambos hemis campos puntos inferiores o iguales a 15 dB

#### 2.2.1.5- Progresión

Para juzgar la progresión de la condición se deberán comparar mapas umbral de los dos primeros campos con los dos últimos (en series de cinco campos) y aplicar los siguientes criterios:

- Si se detecta un nuevo defecto reproducible en tres o más puntos no fronterizos pierden 5 dB o más, o si uno o más puntos no fronterizos pierden 10 dB o más.
- Si se detecta un defecto pre-existente y reproducible de tres o más puntos no fronterizos que pierden 5 dB o más o si uno o más puntos no fronterizos pierden 10 dB o más.
- Si se detecta una expansión de un defecto pre-existente cuando se ven dos o más puntos normales dentro de los 15 grados centrales y pierden 10 dB o más o se ven tres puntos normales fuera de los 15 grados centrales y pierden 10 dB o más.

También nos ayudará el empleo de software específico, como la regresión lineal (índices de DM y SM, agrupaciones (sectores) y localizaciones individuales). Por su parte, el *Glaucoma Change Probability* o el *Glaucoma Probability Analysis* (GPA) son de gran ayuda. (5, 10, 11)

## 2.2.2- OCT

El OCT que vamos a usar en la práctica clínica es el Cirrus HD-OCT de Zeiss, el cual permite realizar el estudio de la papila óptica y de las células ganglionares de la retina. Esta información nos será útil para detectar indicio o progresión del glaucoma y será necesario valorarla junto con los resultados del campo visual.

### 2.2.2.1- Análisis de la capa de fibras nerviosas (Neuro retinal fiber layer: RNFL):

Se sabe que una disminución en el grosor de la capa de las fibras nerviosas se traduce en posible daño glaucomatoso. Para su estudio, se examina un cubo de 6 mm x 6 mm del disco óptico con una captura de 200 x 200 cortes de ambos ojos para un diámetro de circunferencia de 3,6 mm, de la cual se puede obtener la siguiente información: (12)

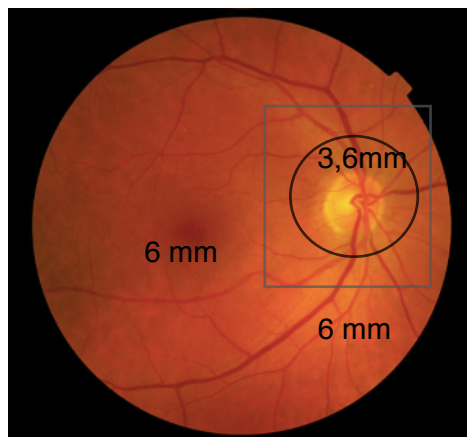


Figura 3: Retinografía mostrando el cubo y la circunferencia de análisis

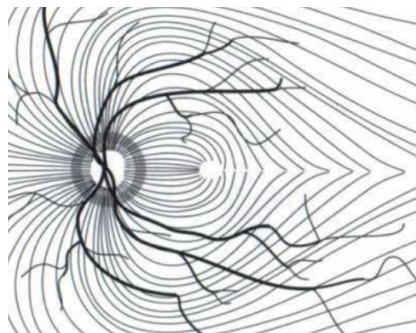


Figura 4: Disposición de la capa de fibras nerviosas de la retina. De: Juan Carlos Viñuela, Cuadernos científicos N3 COOOC febrero 2013)  
[http://www.coooc.cat/fotos/separata%203\\_Cast\\_2013.pdf](http://www.coooc.cat/fotos/separata%203_Cast_2013.pdf)

Debe notarse que, dependiendo del tamaño del diámetro de la cabeza del nervio óptico, el recuento de fibras puede variar. Por su disposición radial, si una papila tiene mayor diámetro el recuento de fibras puede ser mayor que en el caso de una papila más pequeña (analizándolas ambas en una circunferencia de 3,6 mm)

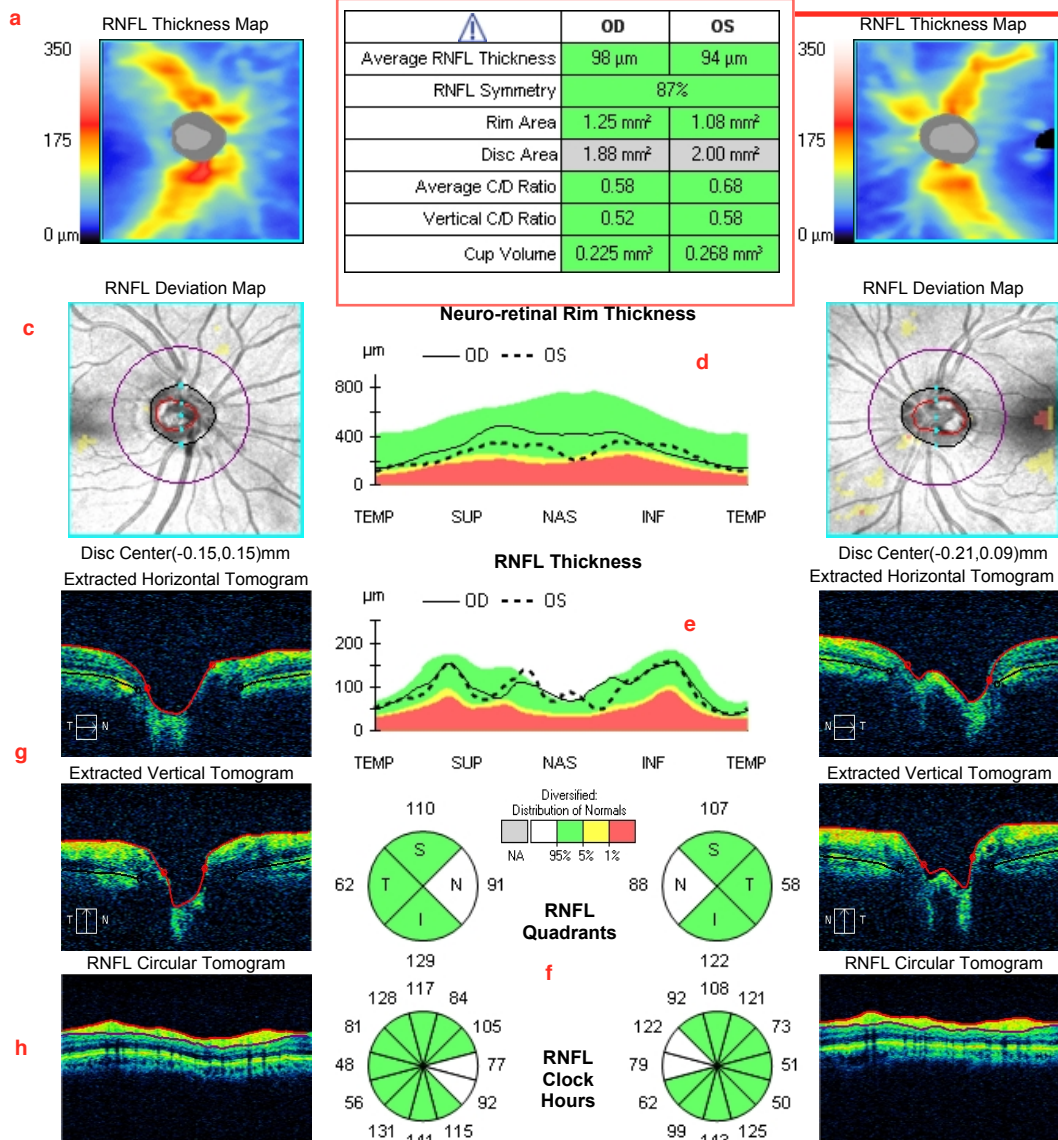
A continuació se mostra una captura de los resultados típicos de una prueba con OCT:

- a) RNFL Thickness map: es un mapa topográfico del espesor de la capa de las fibras nerviosas.
- b) Parámetros clave: es una tabla donde se recogen datos que se comparan con valores estadísticos, que serían los que corresponderían a la normalidad según la edad. Los valores que son normales se representan con color verde, los valores que están al límite aparecen de color amarillo, y los que están fuera de lo normal en rojo.
- c) Mapa de desviación RNFL: muestra la desviación respecto lo normal, con indicación de los límites de la copa el disco y el círculo de las RNFL.
- d) Grosor de borde neuro-retiniano: se representa en una gráfica donde se comparan con los normales según la edad.
- e) El gráfico RNFL TSNIT (temporal, superior, nasal, inferior, temporal) muestra la medición RNFL del paciente a lo largo del círculo de cálculo, en comparación con los datos normativos.
- f) Cuadrante RNFL y hora del reloj donde el grosor medio se corresponde con los datos normativos.
- g) Los *scanners* verticales y horizontales se extraen del cubo a través del centro del disco. La capa del epitelio pigmentario de la retina (RPE) y los límites del disco se muestran en negro. La membrana limitante interna (ILM) y los límites de la copa se muestran en rojo.
- h) El círculo de cálculo RNFL se centra automáticamente en el disco óptico y se extrae del cubo de datos. Se ilustran los límites de la segmentación de capa RNFL.

Name: [REDACTED]      **OD**      **OS**  
 ID: [REDACTED]      Exam Date: 11/8/2018    11/8/2018    cirrus  
 DOB: 2/4/1960      Exam Time: 11:49 AM    11:50 AM  
 Gender: Female      Serial Number: 4000-1752    4000-1752  
 Technician: cirrus, operator      Signal Strength: 7/10    7/10



**ONH and RNFL OU Analysis: Optic Disc Cube 200x200**      **OD**      **OS**



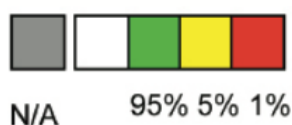
Comments: 
 Doctor's Signature: \_\_\_\_\_

cirrus  
 SW Ver: 7.0.3.19  
 Copyright 2015  
 Carl Zeiss Meditec, Inc  
 All Rights Reserved  
 Page 1 of 1

Figura 5: Ejemplo de OCT papila normal

Esta tabla muestra cómo queda justificada la clasificación que realiza el programa del OCT según la edad para considerar normales o no los resultados obtenidos, tanto en el análisis de las células ganglionares de la retina, como en el caso del estudio de la cabeza del nervio óptico. Hay que tener en cuenta que, si bien existen algunos estudios en este grupo de edad, el instrumento aun no incorpora valores estadísticos para edades inferiores a los 18 años. (12)

#### Distribution of Normals



Los valores ONH estarán sombreados en gris si el área del disco no está dentro del 90% central del rango normal. No se puede aplicar la normativa porque:

- El área del disco es más grande de 2,5 mm
- El *average* de la relación C/D está por debajo de 0,25
- La licencia normativa de ONH no está activada

El 5% de las mediciones con valores más elevados cae en el área blanca. El grosor es superior al esperado por la edad. No tiene por qué ser patológico.

El 90% de las mediciones caen en la zona verde. Se considera que está dentro de los límites normales.

El 5% de las mediciones con valores menores cae en el área amarilla o inferior. Se considera que será un caso dudoso de presentar alteraciones.

El 1% de las mediciones con valores menores cae en el área roja. Las mediciones en rojo se consideran fuera de los límites normales.

#### 2.2.2.2- OCT células ganglionares:

Se examina un cubo de 6 mm x 6 mm de la mácula con un escaneo de 200 x 200 cortes de ambos ojos. Este análisis nos da información de forma cualitativa y cuantitativa sobre la capa de células ganglionares de la retina (GCL) en la capa de la plexiforme interna (IPL). Este tipo de prueba solo podrá ser valorada en el caso de una retina sana, ya que si existe patología el grosor y la medida de la capa de fibras en la zona macular se verá alterada. (12)

A continuación, se muestra una captura de los resultados típicos de esta prueba con el OCT, indicando los siguientes puntos de interés:

- i) Los mapas de las GCL y de la IPL se muestran en la imagen de fondo de ojo. También se muestra el anillo de medición elíptico centrado alrededor de la fovea.
- j) El mapa de desviación muestra la variación frente al grosor normal para las GCL y IPL.
- k) Los mapas sectoriales dividen el anillo elíptico del mapa de espesor en seis regiones. Los valores se comparan con los datos normativos.
- l) La tabla de espesores muestra el grosor promedio y mínimo dentro del anillo elíptico. Los valores se comparan con los datos normativos.
- m) B-Scans horizontales



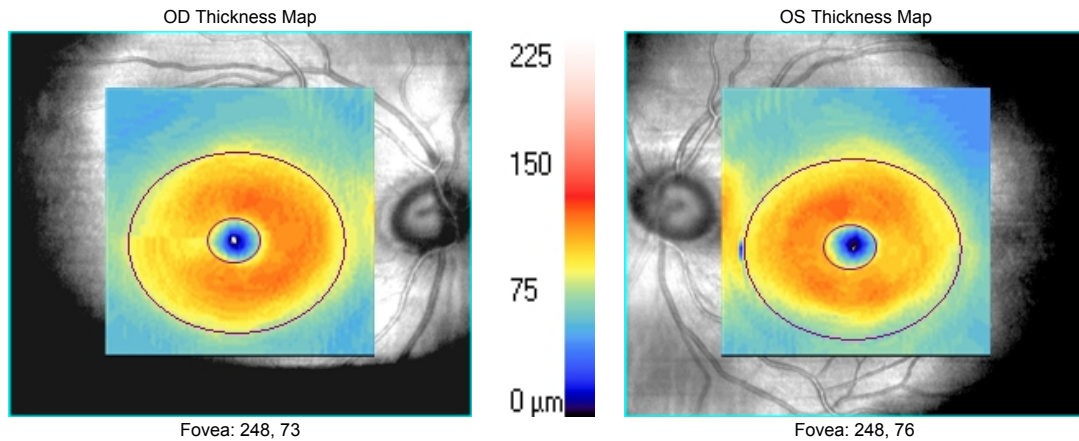
Name: [REDACTED]      **OD**      **OS**  
 ID: [REDACTED]      Exam Date: 11/8/2018      11/8/2018      cirrus  
 DOB: 2/4/1960      Exam Time: 11:49 AM      11:50 AM  
 Gender: Female      Serial Number: 4000-1752      4000-1752  
 Technician: cirrus, operator      Signal Strength: 8/10      8/10



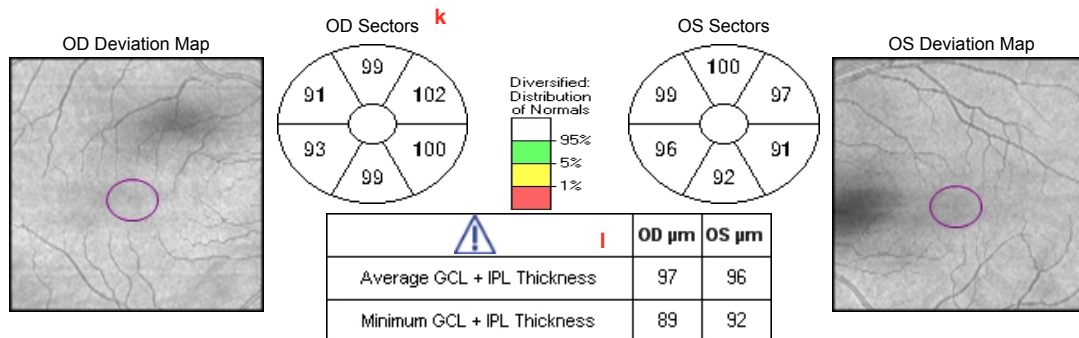
## Ganglion Cell OU Analysis: Macular Cube 512x128

**OD** ● **OS**

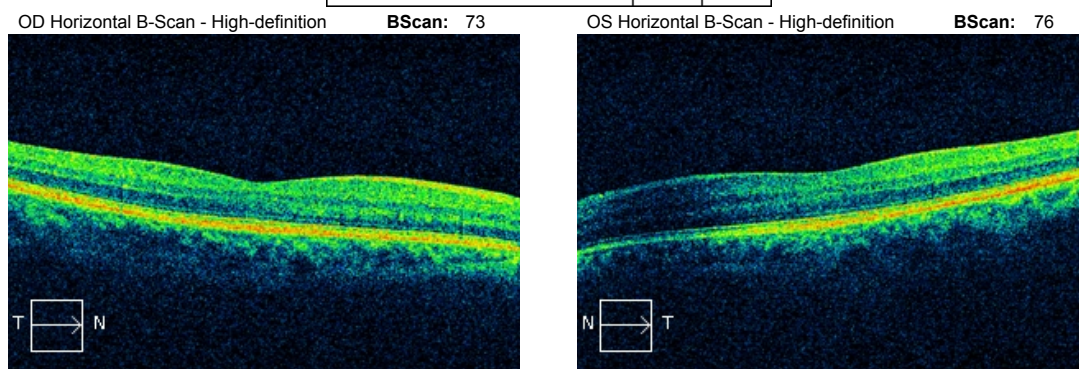
i



j



m



Comments

Doctor's Signature

cirrus  
 SW Ver: 7.0.3.19  
 Copyright 2015  
 Carl Zeiss Meditec, Inc  
 All Rights Reserved  
 Page 1 of 1

Figura 6: Ejemplo de OCT células ganglionares normal



### 2.2.3- PIO

La presión intraocular (PIO) es el único parámetro susceptible de ser tratado para reducir el riesgo a padecer glaucoma, ya que cuanto más baja sea ésta, menor riesgo y menor progresión de la enfermedad en el caso que se padezca. Se considera dentro de los límites normales una presión intraocular inferior a 21 mmHg, siendo poco frecuente encontrar valores de PIO por debajo de 10 mmHg. Se clasifica a los pacientes como hipertensos oculares cuando sus PIOs son superiores a 21 mmHg (lo cual es un factor de riesgo para desarrollar glaucoma). (5)

La PIO viene determinada por el equilibrio que existe entre la producción (F) y la eliminación del humor acuoso (C). La fórmula de Goldmann relaciona estos parámetros (Pv es la presión de las venas de episclera):

$$PIO = (F / C) + P_v$$

Po	PIO
F	formación de humor acuoso
C	facilidad de eliminación de humor acuoso
Pv	presión de las venas de la episclera

#### 2.2.3.1. La función del humor acuoso (5)

La función del humor acuoso es la de proporcionar alimento a las estructuras avasculares como la córnea, el cristalino y el retículo trabecular, y eliminar los desechos del segmento anterior del ojo, así como mantener la forma redonda del ojo y sus dimensiones constantes.

##### Formación del humor acuoso:

- producción normal: 2 micro litros por minuto
- la producción disminuye con la edad, cada década sobre un 2%
- la producción disminuye cuando dormimos, sobre un 45%
- la producción disminuye con la interrupción de la barrera hematoacuosa, los anestésicos generales, el riego sanguíneo deficiente y algunas medicaciones contra el glaucoma

El humor acuoso se produce en el epitelio no pigmentado de los procesos ciliares por tres métodos básicos:

- 1- Transporte activo o secreción: se trata del principal mecanismo por el cual se produce el humor acuoso. El sodio y los iones se transportan a la cámara posterior, lo que crea un gradiente osmótico y hace que la mayoría del agua entre en el acuoso en esta dirección. El transporte activo implica el uso de ATPasa y anhidrasa carbónica.
- 2- Ultrafiltración: las moléculas pasan a través de microporos en la membrana celular. Funciona como un "colador", el agua y las pequeñas moléculas hidrosolubles que no están altamente cargadas entran al acuoso.
- 3- Difusión: a través de la capa lipídica pasan moléculas liposolubles hacia la cámara posterior.

#### Eliminación del humor acuoso:

- El retículo trabecular consta de tres capas: la uveal, la corneoescleral y la yuxtacanalicular
- El tejido yuxtacanalicular es el principal responsable de la resistencia a la eliminación del acuoso
- La facilidad de eliminación del acuoso disminuye con la edad

1- Eliminación convencional (trabecular): tiene lugar en el retículo trabecular, donde fluye hacia el canal de Schlemm y luego por los sistemas venosos de la esclerótica, la epiesclera y la conjuntiva. Para tomar esta vía de salida la PIO deberá ser más alta que la presión de las venas de la epiesclerótica (entre 8 y 12 mmHg). Sin embargo, si la PIO es muy alta, el canal de Schlemm se puede hundir y se crea resistencia a la eliminación del acuoso. Si la PIO es inferior a estos valores, entonces la eliminación del acuoso se hará a través de las vías no convencionales

2- Eliminación no convencional (uveoescleral): sobre un 10% del acuoso sigue este camino. La principal es a través de la cara del cuerpo ciliar y de la raíz del iris hacia el espacio supraaracnoideo. Otra vía no convencional, pero más secundaria, es a través de los vasos del iris, del cuerpo ciliar y de la coroides.

#### 2.2.3.2. Variaciones de la presión intraocular:

La PIO no es un valor estático, sino que sufre variaciones rítmicas durante el día debido al pulso arterial (puede fluctuar entre 1 y 2 mmHg durante unos segundos). Normalmente la PIO varía durante el día, subiendo por la noche y alcanzando su máximo sobre las 6 a.m. (en relación con el ritmo circadiano). Por la mañana, la PIO va disminuyendo, de forma similar a otras funciones como la presión sanguínea o la producción de esteroides. Estas variaciones de PIO son más marcadas en ojos glaucomatosos, lo cual, será importante tener en cuenta para evitar daños. En ocasiones este ritmo de variación se puede invertir (no se sabe muy bien el motivo, pero parece relacionarse con cambios en los hábitos de las personas, como las que por ejemplo trabajan por la noche y descansan de día).

También se producen cambios en la PIO (por un pequeño momento) cuando se cierran más los ojos (parpadeo), por la contención de la respiración, por tos, por la contención venosa a la altura del cuello (por ejemplo, personas con corbatas o cuellos apretados). La posición en el momento de la medición es algo a tener en cuenta, ya que al pasar de estar sentado a tumbado la PIO puede aumentar entre 1 y 2 mmHg o incluso mucho más. (5, 13, 14)

### 2.2.3.3. Métodos de medida de la PIO (los más usados en las consultas optométricas u oftalmológicas)

#### a) Tonometría de aplanación de Goldmann:

Este es el método más usado, considerándose el *gold standard*. Goldmann determinó que la aplanación de la córnea se podía realizar con un instrumento de 3,06 mm de diámetro. Para realizar esta prueba primero se instila fluoresceína y anestésico tópico en el ojo para luego tocar con la punta del tonómetro la córnea. (5)



Fuente: Paul Riordan-Eva, Emmett T. Cunningham Jr.: *Vaughan y Asbury. Oftalmología general*, 18e: [www.accessmedicina.com](http://www.accessmedicina.com)  
 Derechos © McGraw-Hill Education. Derechos Reservados.

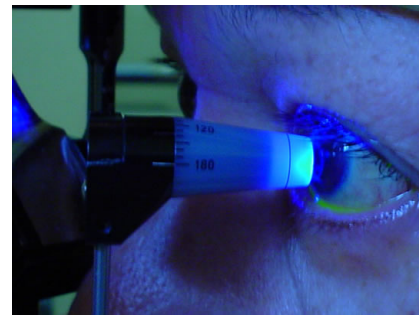


Figura 8: Tonometría de Goldmann



Para determinar el valor de la PIO multiplicará por diez el valor obtenido en el marcador. En este caso, en la figura 9 vemos como la marca se encuentra en el número dos, por lo tanto la PIO sería de 20 mmHg.

Figura 9: Tonómetro de Goldmann

La toma de medidas con el tonómetro de Goldmann es de las más precisas y utilizadas por la mayoría de oftalmólogos. Sin embargo, está condicionada por el grosor y la elasticidad corneal. Existen tablas de correlación entre el espesor corneal y el valor en mmHg que habría que sumar o restar al obtenido en la medición (por ejemplo: 455  $\mu\text{m}$ , +7 mmHg; 505  $\mu\text{m}$ , +3 mmHg; 545  $\mu\text{m}$ , 0 mmHg; 595  $\mu\text{m}$ , -4 mmHg; 645  $\mu\text{m}$ , -7 mmHg, etc.). En la práctica clínica, no suele aplicarse de forma estricta, si bien es importante tener en cuenta las corneas delgadas y gruesas por el sesgo que puede haber. (5)

b) Tonómetro de no contacto de ORA:

Este instrumento lanza un chorro de aire hacia la córnea, tomando la medida cuando esta se aplanada y cuando adopta una forma cóncava. A continuación, también se obtiene la medida cuando la córnea vuelve a estar plana y luego convexa. Un detector controla la curvatura de la córnea en la zona central y la diferencia de PIO entre los dos picos donde se ha aplanado nos dará el resultado de la histéresis corneal (CH), un indicador de la elasticidad de la córnea que será útil para calcular la PIO corregida. Esta flexibilidad, es un factor biomecánico que determina la capacidad de absorber y disipar energía.



Figura 10: Tonómetro de aire  
Reichert Technologies  
[http://www.reichert.com/product\\_details.cfm?skuld=2976&skuTk=1036239258#\\_W8XxYK1RSqA](http://www.reichert.com/product_details.cfm?skuld=2976&skuTk=1036239258#_W8XxYK1RSqA)

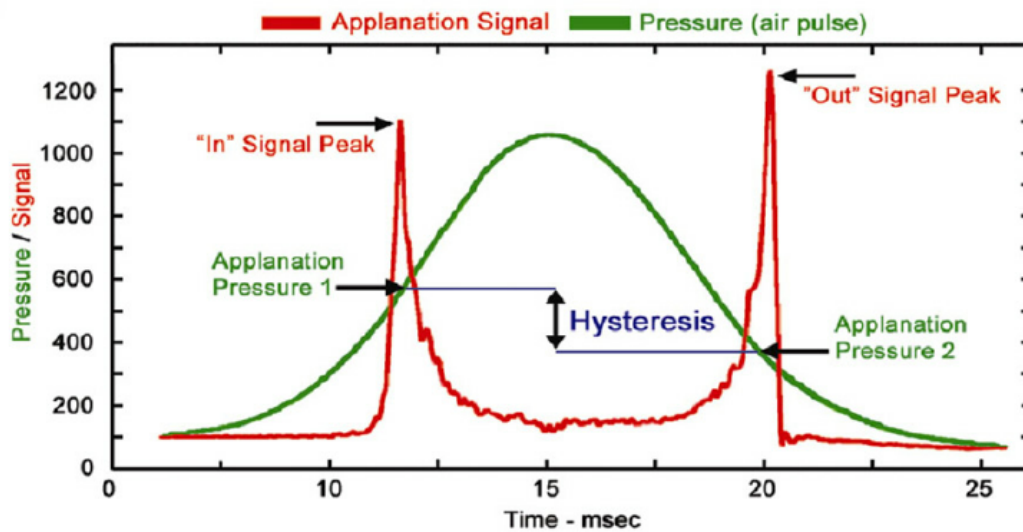


Figura 11: Gràfica de histèresis corneal  
 Tonometry, past, present and future (Kirstein E, Elsheikh A, Gunvant P), 2011

El mismo ORA también nos ofrece información sobre el factor de resistencia corneal (CRF), que engloba tanto la elasticidad como la viscosidad de la córnea. La diferencia entre la CH y CRF está en que la CH representa la capacidad de los tejidos corneales de absorber energía cuando se aplica a estos una fuerza, mientras que el CRF abarca toda la respuesta de la córnea frente a esta fuerza aplicada, incluyendo, la resistencia elástica.

Parece que los factores biomecánicos corneales se ven alterados en pacientes glaucomatosos, ya que estos suelen presentar una disminución significativa de la histèresis corneal (CH), sobretodo en el caso de los glaucomas congénitos. Algunos estudios sugieren que un espesor central de la córnea bajo puede estar relacionado con un riesgo de progresión de la HTO hacia un glaucoma. Pero también en el caso de CH bajos se encuentran progresiones en los campos visuales glaucomatosos independientemente del espesor corneal. Parece que pueden existir córneas gruesas, pero estructuralmente débiles, o córneas finas estructuralmente fuertes (aquí subyace la importancia de evaluar ambos, grosor e histèresis).

Por su parte, cuando la PIO es alta, ésta también influye en la estructura de la córnea, y en estos casos la CH suele verse más baja. Cuando el paciente sigue un tratamiento y disminuye la PIO, en algunos casos se ha observado cómo la CH sube. Así pues, parece que en casos de HTO, la presencia de CH, CRF y espesor corneal altos puedan indicar un riesgo menor a la progresión del glaucoma (estos casos suelen presentar PIOs corregidas menores). (15, 16, 17, 18)

c) Tonómetro de no contacto de aire:

Esta técnica se basa en el método de aplanación de la córnea, pero mediante aire. La PIO vendrá determinada por la presión de aire ejercida para aplanar la córnea: cuanto mayor sea la fuerza necesaria para realizar el aplanamiento, mayor será el valor obtenido de la PIO. Se trata de un método de no contacto y muy útil a nivel de *screening*, pero no es tan exacto como Goldmann.



Figura12:  
Tonómetro de aire  
Medical Expo  
<http://www.medicaexpo.es/prod/nidek/product-70665-422122.html>

Este es el tonómetro que podemos utilizar los optometristas (dado que por legislación no se nos permite instilar un anestésico). Es común en los servicios oftalmológicos que, el día que el paciente acuda a la primera visita de control con el oftalmólogo se le tome la PIO con el tonómetro de aire y, pasados unos minutos, el facultativo repita la medición con Goldmann: de ese modo se pretende dejar constancia de la diferencia que exista en el resultado de la medición mediante un método y el otro. Se supone que esta diferencia debería ser una estimación con cierta repetitividad para ese mismo paciente, de modo que se establece una correlación aproximada entre la PIO de aire y la de Goldmann para sí mismo. Por lo tanto, en visitas posteriores de control que haga el optometrista, se determinará la PIO con aire y se podrá hacer una estimación de la PIO que se obtendría con Goldmann. (19, 20, 21)

## 2.3- TRATAMIENTO

El glaucoma, como ya hemos mencionado, no tiene un tratamiento que lo resuelva por completo, siendo en la PIO donde se puede actuar para disminuir el riesgo de progresión. Para reducir la PIO se pueden utilizar diferentes técnicas, como la farmacológica, láser o quirúrgica:

El tratamiento farmacológico consiste en una medicación tópica en forma de colirio, con diferentes opciones (es el primer tratamiento en caso de POAG). Será el oftalmólogo el profesional que decida cuál es el tratamiento más adecuado y qué colirio prescribir. Algunos de los fármacos típicamente prescritos son: Latanoprost, Talfuprost, Travaprost, Bimatoprost, Timolol, Carteolol, Brimonidina, Dorzolamida y brinzolamida

A veces es necesario otro tipo de tratamiento como la iridotomía periférica con láser YAG (el láser ablaciona el tejido del iris, proporcionando una puerta de paso para el drenaje del humor acuoso), que normalmente se realiza en los casos de riesgo de cierre angular.

Finalmente, como opción quirúrgica existe la trabeculotomía, en la que se genera un colgajo de esclerótica para crear una vía directa entre la cámara anterior del ojo y el espacio subconjuntival. Con esta técnica se crea una ampolla de filtración que permite el paso al humor acuoso para que se pueda mezclar con la película lagrimal, con la consiguiente reducción de la PIO. Se suele indicar en casos en los que el paciente sigue avanzando en el daño glaucomatoso a pesar del tratamiento con colirios, o en aquellos casos en los que el paciente presenta mal cumplimiento al tratamiento farmacológico. (5,8)

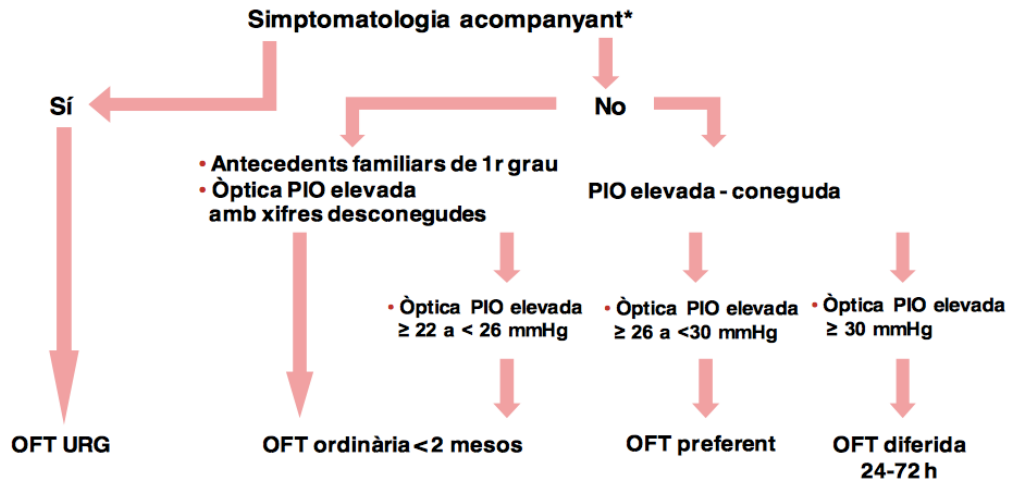
## 2.4- CIRCUITO ASISTENCIAL

### 2.4.1- En España

En nuestro sistema de salud público el paciente primero visita a su médico de familia, el cual se encargará de derivarlo al oftalmólogo si éste presenta antecedentes familiares de hipertensión ocular de primer grado, o si en la óptica le han detectado una PIO elevada. En las ópticas se suele tomar la PIO con métodos de no contacto como la tonometría de aire. Tal como vemos en el esquema siguiente, si la PIO tomada en la óptica es igual o mayor a 22 y menor de 26 mmHg se realizará una derivación ordinaria (el paciente deberá ser visitado antes de dos meses por su oftalmólogo). Por el contrario, si la PIO se encuentra entre 26 y 30 mmHg la visita con el oftalmólogo deberá ser preferente (en un mes), y si la PIO es superior a 30 mmHg la visita deberá ser en 24-72 horas. A continuación se presenta el protocolo de derivación según la Generalitat de Catalunya:



## HIPERTENSIÓ OCULAR



*Nota: cal seguir protocols de derivació del territori.*

**\* Dolor intens amb hiperèmia i disminució visió – glaucoma agut**

De: Model d'atenció en oftalmologia i criteris de planificació. Àmbit d'atenció primària i d'atenció especialitzada ambulatoria  
Versió 3. Febrer 2014

[http://salutweb.gencat.cat/web/.content/ambits-actuacio/Linies-dactuacio/Serveis-sanitaris/Altres-models-anteriors-datencio-sanitaria/Model-datencio-en-oftalmologia-criteris-de-planificacio/model\\_atencio\\_oftalmologia.pdf](http://salutweb.gencat.cat/web/.content/ambits-actuacio/Linies-dactuacio/Serveis-sanitaris/Altres-models-anteriors-datencio-sanitaria/Model-datencio-en-oftalmologia-criteris-de-planificacio/model_atencio_oftalmologia.pdf)

Una vez el paciente es visitado por el oftalmólogo, éste determinará la PIO con Goldmann y valorará el fondo de ojo (la papila) y el ángulo iridocorneal, además de realizar una exploración general. Si todo aparece dentro de la normalidad, se le agendará con el paciente una visita de control para oftalmología en 1 año, o se le dará el alta. Si el oftalmólogo considera que existe alguna posible alteración, pedirá pruebas complementarias, como una paquimetría, un campo visual y un OCT de papila y/o de células ganglionares. Una vez se valoren los resultados se tendrá en consideración si hay o no afectación se decidirá si hay que hacer o no algún tratamiento. Se trata, pues, de pacientes que requieren un seguimiento tanto si son medicados o tratados (donde las revisiones serán más frecuentes 3-6 meses) como si no lo son (6 meses-1 año). (1)

### 2.4.2- Otros países

En otros países como Inglaterra, Estados Unidos o Australia, las competencias del óptico-optometrista son diferentes a las de los optometristas de España. La formación académica en algunos de ellos es más amplia y con diferentes especializaciones en algunos casos. Los optometristas que se preparan pueden llegar a utilizar anestésicos tópicos o incluso cicloplégicos, por lo que muchos de ellos pueden realizar una tonometría de Goldmann y, por tanto, colaborar de una forma más activa con los oftalmólogos para el seguimiento de pacientes con HTO o glaucoma. (22)

### 3- OBJETIVOS

Con este trabajo se pretende crear un protocolo para que el optometrista haga un seguimiento de los pacientes sanos que presenten hipertensión ocular o tengan antecedentes familiares de glaucoma en la familia. Con esto se persigue dar una mejor atención al paciente y una descongestión en las listas de espera de los servicios oftalmológicos del sistema de salud.

Hemos visto que una parte importante de la población mundial puede desarrollar esta enfermedad y que, además, en la mayoría de los casos es silenciosa, con lo cual el paciente muchas veces no es consciente de que la padece hasta que ya es tarde. Es importante que las personas que tengan algún factor de riesgo, como antecedentes familiares de glaucoma o una PIO al límite, puedan ser controlados para detectar si en algún momento empiezan a desarrollar la enfermedad, de esta forma se podría derivar al oftalmólogo a tiempo para realizar un tratamiento temprano y reducir las posibilidades de una progresión rápida.

Tal como sugieren algunos modelos de atención (1) se pretende crear un trabajo en equipo donde los profesionales sanitarios y los pacientes salgan beneficiados. Los ópticos-optometristas son los profesionales de la salud que deben velar por una atención ocular primaria de calidad, y esta es la mejor figura que puede encargarse para realizar el seguimiento de este tipo de pacientes que están en riesgo de desarrollar glaucoma.

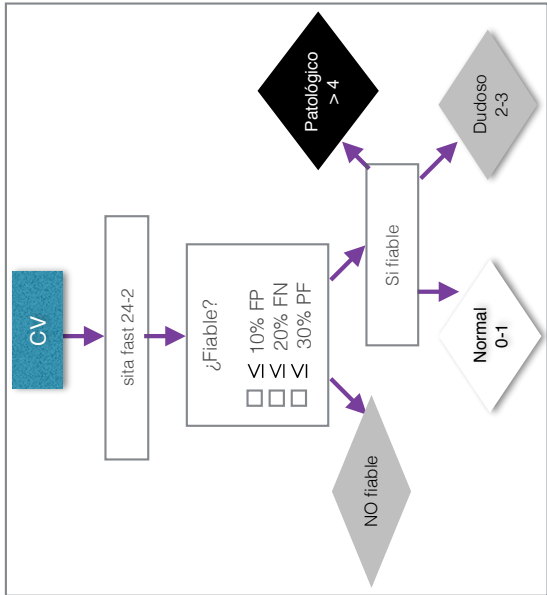
Con la introducción de una agenda preventiva de glaucoma para el óptico-optometrista en la sanidad pública se podrá dar una mayor calidad asistencial a la población, dado que muchas personas no se pueden visitar con la frecuencia necesaria a causa de una sobresaturación de pacientes, dando preferencia a aquellos que necesitan ser atendidos con mayor urgencia. Además, el oftalmólogo podrá descongestionar sus agendas delegando este tipo de casos no patológicos y preventivos a los optometristas de manera que podrán atender a aquellos pacientes que realmente precisen su atención.

### 4- MÉTODOS

#### 4.1- El protocolo para pacientes con antecedentes familiares de glaucoma (AFG) e hipertensos oculares (HTO)

A continuación, se presenta el protocolo elaborado para que los ópticos optometristas puedan hacer el seguimiento de estos pacientes de una forma objetiva y unificada

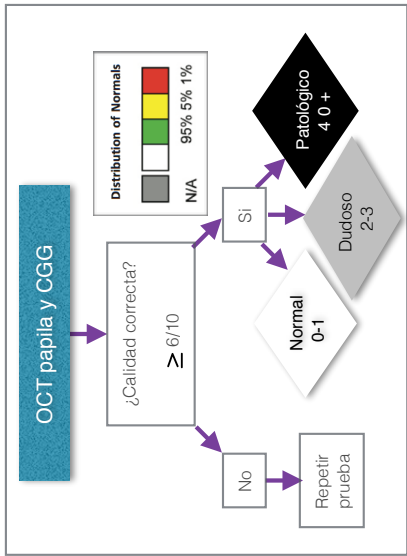
PROTOCOLO AFG Y HTO



Criterios de puntuación para evaluar CV			
1- PHG	Normal / Sensib anormal elevada	0	
	Dudoso / Reducción generalizada	1	
	Fuera de límites normales	2	
2- VFI > 90%	+98 %	0	
	97% - 95%	1	
	< 95%	2	
3- DM < 2 dB	de + a -2 dB	0	
	de -2dB a -4dB o menor de p <5 %	1	
	< a -4dB o menor a p <1%	2	
4- Mapa, desviación del modelo sumatoris (tamaño del defecto + localización)	Clusters de 3 puntos (excluir aumento de mancha ciega (AMC)) con por lo menos 1 punto <1%	1	
	Defecto de >6 puntos (excluir AMC) con por lo menos 1 punto < 1%	2	
	Localización: superior o inf aislado	0	
	Localización: central, paracentral, nasal o arciforme	1	

Criterios de puntuación para OCT papila			
1- Average RNFL	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico / NA	2	
2- Rim Area	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico / NA	2	
3- RNFL deviation	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	
4- RNFL clock OD 07h o 11h OI 01h o 05h	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	

Criterios de puntuación para OCT CGG			
1- Average	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	
2- Mínimo	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	
3- RNFL deviation	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	
4- RNFL clock	Normal	0	
	Dudoso	1	
	Patológico	2	



EVALUACIÓN			
Si es patológico, remitir a visita virtual oftalmología			
CV	OCT PAPILA	OCT CGG	
normal	normal	normal	opto 1 año
normal	dudoso o no fiable	normal	opto 1 año
normal	normal	dudoso o no fiable	CV 10.2 1- Normal: opto 1 año 2- Dudoso o patológico: virtual oftalm
normal	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalm
dudoso o no fiable	normal	normal	repetir campo en 6 meses
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	normal	virtual oftalm
dudoso o no fiable	normal	dudoso o no fiable	virtual oftalm
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalm

La primera visita del paciente siempre la realizará el oftalmólogo, para asegurarse de que éste no es patológico. Por tanto, en sucesivas visitas, a los optometristas nos llegarán aquellos pacientes que son HTO no medicados y sin ningún tipo de lesión o aquellos que tienen antecedentes familiares de glaucoma también sin patología.

El paciente acudirá al optometrista con las pruebas hechas previamente de campo visual, OCT de papila y OCT de células ganglionares. El optometrista deberá puntuar estas pruebas y, según el resultado, decidirá si el paciente deberá ser 1) remitido para hacer una visita virtual con el oftalmólogo; 2) controlado por el optometrista con nuevas pruebas en un año o; 3) repetir las pruebas en 6 meses.

Ese mismo día también se tomará la PIO con tonometría aire, se hará la conversión en función de la PIO tomada con Goldmann en la visita basal (explicado en el punto 2.2.4 f) y, si esta superara los 28 mmHg (ya “corregida”), el paciente sería remitido para una visita preferente al oftalmólogo. Si el valor es inferior a 28 mmHg seguimos con el protocolo anteriormente citado. El punto de corte a 28 mmHg lo tomamos dado que a partir de ese valor los riesgos de sufrir daños no solo por glaucoma se acentúan. (5)

## 4.2- El campo visual

Utilizaremos la prueba SITA Fast 24-2, ya que es la más indicada para este tipo valoración (justificado en 2.2.1). Lo primero es fijarnos en los índices de fiabilidad: si resulta no fiable no podrá ser valorada y se pedirá que se repita. Si los índices son fiables, tendremos tres posibles resultados: normal (la puntuación que le daremos a la prueba deberá estar entre 0 y 1 puntos), dudoso (con una puntuación entre 2 y 3), y patológico (con más de 4 puntos). Para dar estas puntuaciones hemos valorado el PHG, el VFI, el DM y el mapa desviación del modelo (explicado en punto 5.1.3 f, g y e). Hemos elegido estos indicadores dado que son los más significativos y con mayor peso para detectar si existe la posibilidad de lesión glaucomatosa.

Vamos a dar puntuación de 0, 1 y 2 (donde 0 es lo deseado y 2 la peor condición) en función de los criterios para puntuar CV, basados en *Glaucoma Grading Scale* (Hodapp - Parrish - Anderon). (11, 23)

### 4.2.1- PHG:

Los resultados que nos da el programa se dividen en: normal (donde daremos 0 puntos por considerarlo correcto); sensibilidad anormalmente elevada (lo puntuamos con un 0 ya que también se considera correcto si los índices de fiabilidad son altos, dado que es posible que exista mayor sensibilidad de la esperada en algunos casos); dudoso (puntuamos con 1 dado que no es la peor condición pero tampoco es la deseada); reducción generalizada (también la puntuamos con un 1 ya que no sabemos si esta reducción puede ser a causa de una opacidad de medios o un inicio incipiente de posible daño glaucomatoso) y; fuera de límites normales (donde claramente puntuaremos con la peor nota de 2, ya que será patológico)

#### 4.2.2- VFI:

La clasificación para el VFI es la siguiente (8):

- Para valores de VFI mayores de 91%: defecto temprano
- Para valores de VFI menores de 78 e iguales o menores a 91%: defecto moderado
- Para valores de VFI menores o iguales a 78%: defecto severo

Dado que el objetivo aquí es detectar si puede haber un defecto temprano, creamos una nueva puntuación para dar cobertura a lo que sería el paso de la normalidad a la sospecha de posible defecto temprano. Así pues, daremos 0 puntos a VFI de +98%, 1 punto a VFI entre 97% i 95% y 2 puntos a valores inferiores a 95%.

#### 4.2.3- DM:

Un DM dentro de la normalidad está entre  $\pm 2$  dB o un p mayor a 5. Según la clasificación de Hoddap (11) se considera como un defecto temprano si el DM es menor de -6 dB, un defecto moderado si el DM es hasta -12 dB, y un defecto severo si DM es mayor a -12 dB.

Por consiguiente, como lo que queremos es clasificar normalidad-indicio de posible defecto, otorgamos 0 puntos para los DM entre  $\pm 2$  dB, 1 punto a los DM mayores a -2 dB hasta -4 dB o menor de  $p < 5\%$ , y 2 puntos a los DM mayores a 4 dB o menor a  $p < 1\%$ , dado a que se acerca más a una condición de defecto temprano.

#### 4.2.4- Mapa de desviación modelo o patrón:

El criterio para considerar un posible daño glaucomatoso es encontrar un clúster de 3 o más puntos seguidos en una localización típica de glaucoma, donde todos ellos estén deprimidos del patrón estándar con una  $p < 5\%$  y uno de ellos deprimido con una  $p < 1\%$  en dos campos visuales consecutivos. Tendremos en cuenta la localización del defecto y el tamaño de éste, y se hará un sumatorio de ambos. Como siempre, creamos una puntuación más estricta para valorar normalidad/ indicio de sospecha inicial.

**4.2.4.1-** Por un lado, valoraremos el tamaño del defecto con un 1 si aparecen clúster de 3 puntos (excluir aumento de mancha ciega [AMC], que también puede darse por otras problemáticas o patologías), con por lo menos 1 punto  $< 1\%$ . Y puntuaremos con un 2 si hay defecto de  $> 6$  puntos (excluir AMC) con por lo menos 1 punto  $< 1\%$ .

**4.2.4.2-** Por otro lado, valoraremos la localización de los puntos con un 0 si la localización del defecto es superior o inferior aislado (ya que este tipo de defecto no vendrá dado por un indicio de glaucoma). Y con un 1 si la localización es central, paracentral, nasal o arciforme (defectos más típicos en glaucoma).

Finalmente, se sumarán los valores obtenidos en **4.2.4.1** y **4.2.4.2** para obtener el resultado total.

#### 4.2.5- Puntuación total para CV:

Una vez tenemos puntuados estos 4 ítems, deberemos sumarlos y el valor resultante nos dirá si estamos frente a un campo visual normal (0 puntos), dudoso (1-3 puntos) o patológico (más de 4 puntos). En el caso de encontrar un campo visual patológico remitiremos al paciente para una visita oftalmológica virtual. Si es normal o dudoso esperaremos a obtener el OCT de papila y el ganglionar para valorar conjuntamente toda la información e ir a la tabla de evaluación donde nos indicará la decisión a tomar.

#### 4.3- OCT papila y células ganglionares (CGG)

Para poder empezar a valorar este tipo de pruebas es importante que la calidad de la imagen sea buena, considerándose una calidad aceptable cuando nos indica que está en valores mayores o iguales a 6 /10. Hemos optado por este punto de corte situado en valores mayores o iguales a 5 / 10 dado que en muchos casos es difícil obtener buenas calidades en las imágenes debido a que la mayoría de los pacientes examinados tienen una edad avanzada y presentan opacidades en los medios y dificultad para obtener una buena midriasis. En el caso de que la calidad se encuentre por debajo de 5/10 lo consideraremos como no fiable y pediremos que se repita la prueba.

Cuando la imagen tiene una calidad correcta se puede valorar y los posibles resultados son: normal (que serán los casos con puntuaciones de 0 puntos), dudoso (aquellos con puntuaciones de 1 a 3 puntos) y patológico (los que tengan más de 4 puntos). Para dar con estos resultados analizaremos por separado cada prueba, primero el OCT de papila y luego el OCT de células ganglionares.

##### 4.3.1- OCT papila:

Para puntuar el OCT de papila nos fijaremos en el *average* de RNFL *thickness* (que corresponde a la media del grosor de las fibras nerviosas), donde se otorgarán 0 puntos para los casos que los valores aparezcan en un recuadro verde, 1 punto para los que aparezcan en uno amarillo y 2 puntos para los rojos. Como hemos mencionado anteriormente, los colores que se ven en el resultado de la prueba están basados en una estadística normalizada en función de la edad que se compara con el paciente evaluado.

A continuación, observamos el *rim area* (el valor del área del disco óptico), otorgando 0 puntos a los valores representados en un recuadro verde, 1 punto para los amarillos y 2 puntos para los rojos. Para la desviación de RNFL en el mapa (donde se podrán ver las zonas con menor grosor de fibras de color amarillento, anaranjado), puntuaremos con un 0 considerándolo normal si no vemos ninguna zona marcada en el mapa y daremos 1 punto a los casos dudosos cuando aparezca una zona coloreada entre las 7 y las 11 h o la 1 y las 5 h. Finalmente, será patológico, con una puntuación de 2, cuando aparezcan dos zonas coloreadas en estas mismas localizaciones.

Por último, para el RNFL *clock* (donde las zonas de las 7 a las 11 h y las de la 1 a las 5 h serán las más susceptibles a lesiones glaucomatosas) el programa proporciona la misma escala de colores: el verde o normal corresponderá a 0 puntos, el amarillo o dudoso a 1 punto y el rojo o patológico a 2 puntos.

Aunque toda la información que nos aporta la prueba es importante, se han elegido estos ítems para valorarla porque son los que en la práctica clínica nos parecen más relevantes en el caso de que haya que acotar. El Average RNFL thickness resulta imprescindible tenerlo en cuenta dado que nos marcará si el grosor de la capa de fibras es o no normal en función de la edad. Resulta de ayuda también observar el RNFL clock hours, dado que estos grosores se ven descompuestos en quesitos y podremos valorar si las afectaciones aparecen en las áreas más sensibles al daño glaucomatoso. El RNFL map nos aporta una ayuda visual de interpretación dado que los posibles defectos se verán marcados en el mapa. También el rim área lo tendremos en cuenta ya que es un factor que se ve muy comprometido si aparece daño glaucomatoso.

#### **4.3.2- OCT células ganglionares**

Para valorar esta prueba nos fijaremos en el *average* de las CGG, que el mismo programa clasifica entre normal (verde), donde nosotros daremos 0 puntos, dudoso (amarillo), 1 punto, y rojo (patológico), con 2 puntos. También valoraremos el mínimo de CGG, con la misma clasificación anterior en función de la edad.

Por su parte, el mapa de RNFL *deviation* lo consideraremos normal y por tanto con 0 puntos cuando no aparece ninguna zona coloreada, dudoso y con 1 punto si se puede ver una zona coloreada, y patológico con 2 puntos cuando aparecen dos zonas coloreadas. Por último valoraremos el RNFL *clock*, que también se basará en la misma escala de colores.



#### 4.4- Valoración final

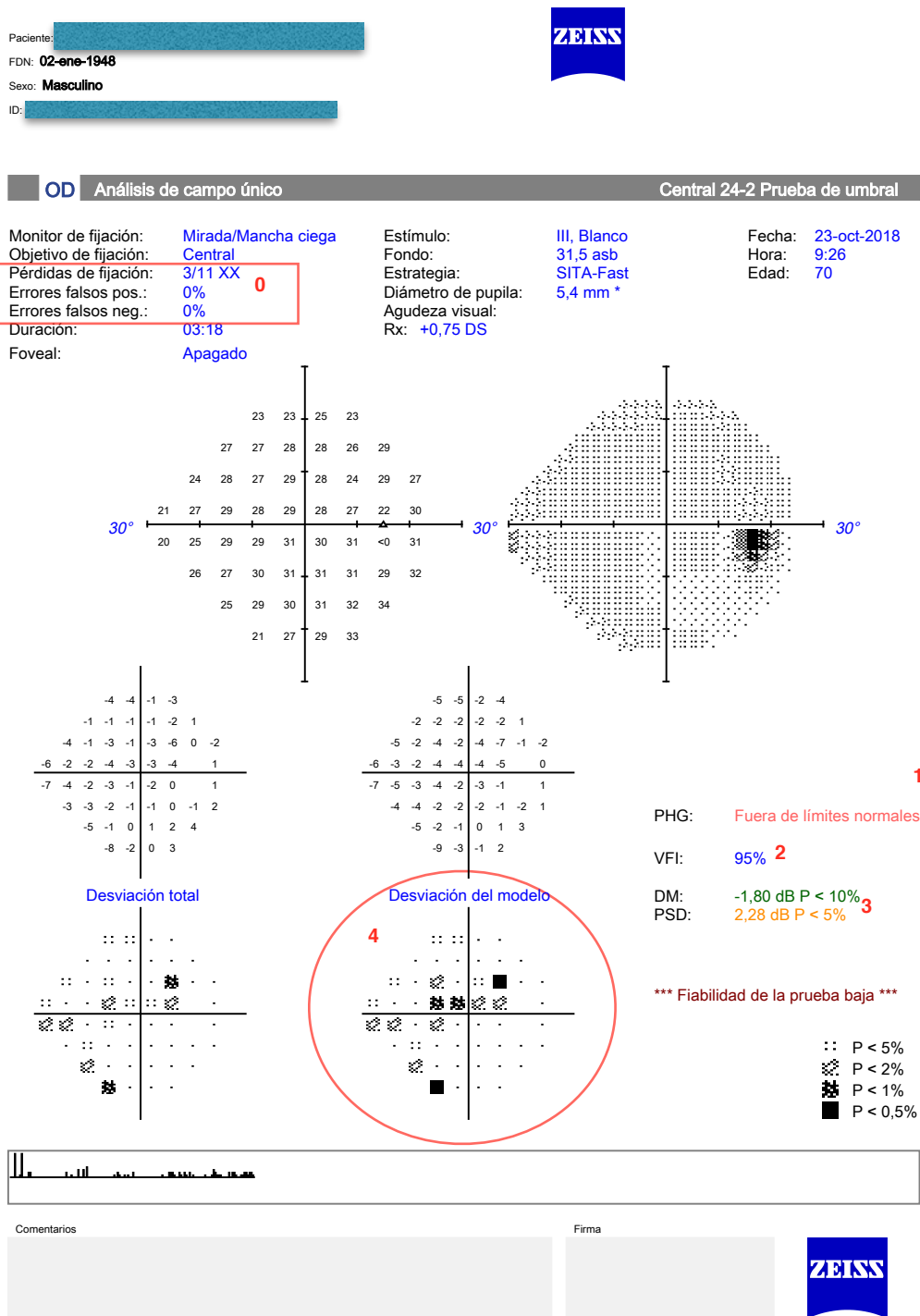
En la siguiente tabla de evaluación se presentan todas las posibles opciones y se indica que hacer en cada caso.

EVALUACIÓN				COMENTARIO
Si es <b>patológico</b> : remitir a visita virtual oftalmológica				Toda condición patológica debe ser valorada por el oftalmólogo
CV	OCT PAPILA	OCT CGG	Decisión	Quando dos de las tres pruebas son dudosas o no fiables se remitirá al paciente a una visita virtual con el oftalmólogo
normal	normal	normal	opto 1 año	Aunque todo es normal el paciente debe ser controlado en un año por los factores de riesgo que presenta, de esta forma se controla que no desarrolle la enfermedad.
normal	dudoso o no fiable	normal	opto 1 año	Si solo es dudoso el OCT de papila, encontrando normales las otras pruebas, lo volveremos a visitar en un año, dado que los defectos suelen aparecer primero en el examen de las CGG antes que en la papila o el campo (puede que nos encontremos con una papila fisiológicamente distinta a la normalidad y sin patología)
normal	normal	dudoso o no fiable	CV 10.2 1- Normal: opto 1 año 2-Dudoso o patológico: virtual oftalmo	En esta condición pediremos un campo visual 10.2 (el cual nos dará una información más detallada). Si este campo es normal entonces volverá a verlo el optometrista en un año. Si el campo es dudoso o patológico lo remitiremos a una visita virtual oftalmológica.
normal	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalmo	En este caso se remite a una visita virtual con el oftalmólogo, dado que si hay dudas en ambas OCTs, por lo que podría haber riesgo de principio de patología que todavía no se viera reflejada en el campo.
dudoso o no fiable	normal	normal	repetir campo en 6 meses	En este caso repetiremos el campo en 6 meses, dado que nos podríamos encontrar frente a una dificultad para realizar la prueba de parte del paciente (teniendo en cuenta que las OCTs son normales).
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	normal	virtual oftalmo	No sería la condición más habitual, pero si se diera debería valorarlo el oftalmólogo, ya que dos de las tres pruebas no son normales.
dudoso o no fiable	normal	dudoso o no fiable	virtual oftalmo	Dos de las tres pruebas no son normales y el oftalmólogo deberá valorarlo.
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalmo	Evidentemente si todas las pruebas son dudosas o no fiables deberán ser valoradas por el oftalmólogo

## 5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta un caso real de un paciente para ejemplificar como se implementa la puntuación que acabamos de exponer. Se realizan las pruebas de CV 24-2, OCT papila y OCT CGG.

### 5.1- Ejemplo de puntuación para CV:



Criterios de puntuación para evaluar CV		
1- PHG	Normal / Sensibilidad anormal elevada	0
	Dudoso / Reducción generalizada	1
	Fuera de límites normales	2
2- VFI > 90%	+98%	0
	97% - 95%	1
	< 95%	2
3- DM < 2 dB	de + a -2 dB	0
	de -2 dB a -4 dB o menor de p <5%	1
	< a 4 dB o menor a p <1%	2
4- Mapa, desviación del modelo sumatorios (tamaño del defecto + localización)	Clúster de 3 puntos (excluir AMC) con por lo menos 1 punto <1%	1
	Defecto de >6 puntos (excluir AMC) con por lo menos 1 punto < 1%	2
	Localización: superior o inferior aislado	0
	Localización: central, paracentral, nasal o arciforme	1

**TOTAL: 6 puntos**

0- ¿El campo es fiable? aunque nos indica que la fiabilidad de la prueba es baja, podemos valorarlo como fiable ya que el valor de falsos positivos (FP) es de 0 (por debajo del 10%), el valor de falsos negativos (FN) es 0 (por debajo del 20%) y las pérdidas de fijación (PF) son del 30% (igual o menor al 30%), justo al límite.

1- El PHG nos sale fuera de límites normales, por tanto, puntuaremos con un 2 este apartado.


2- Tenemos un VFI de 95%, por tanto, aquí le corresponde 1 punto.

3- El DM es de -1,80 dB p<10%, así que le daremos 0 puntos.

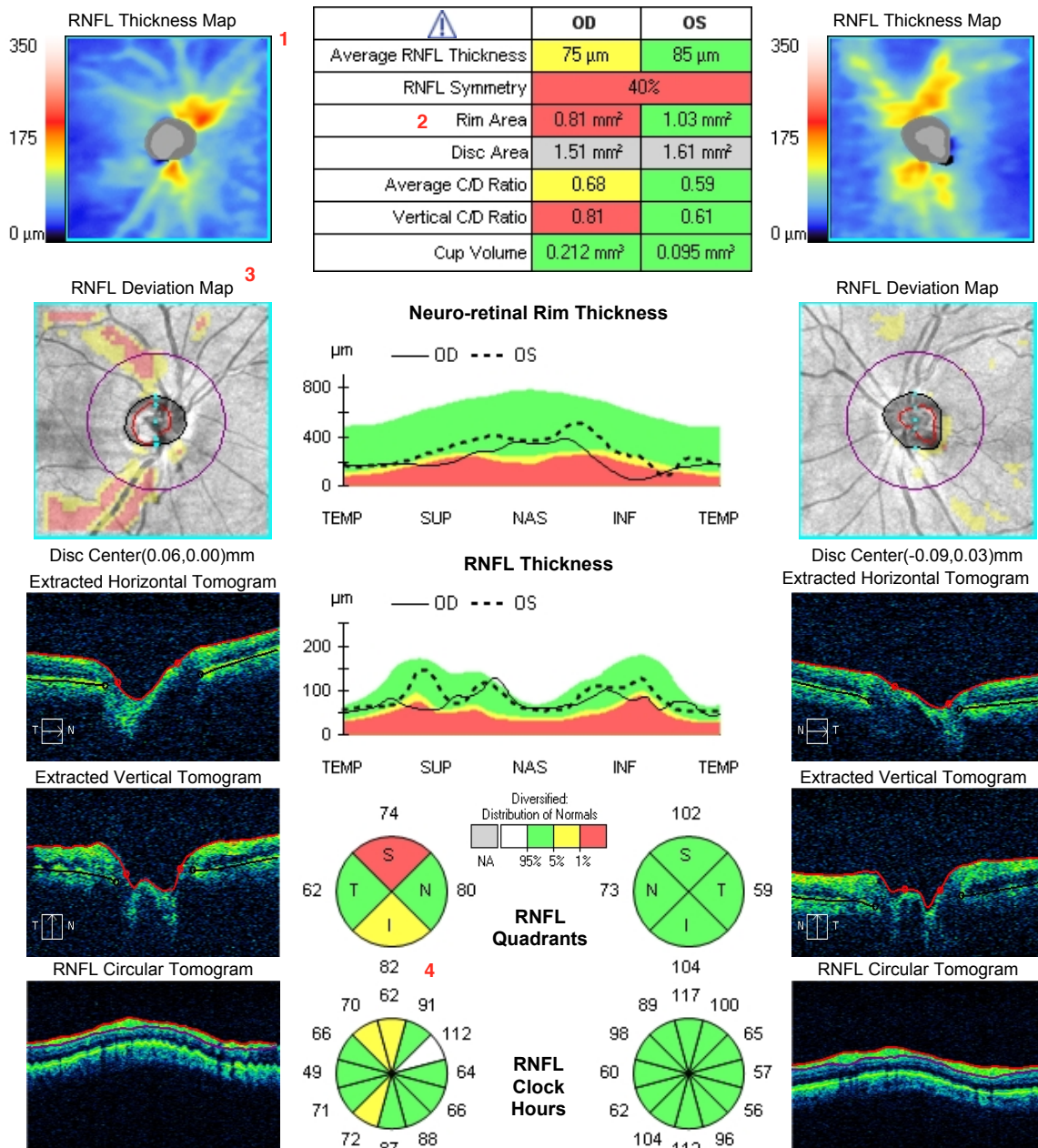
4- En el mapa de la desviación modelo, vemos un clúster de 7 o más puntos con un punto p <0,5% (2 puntos) en la zona central superior (1 punto). Si lo sumamos serán 3 puntos para este apartado.

La puntuación total para valorar este campo visual es de 6 puntos, por lo tanto, se considerará patológico y se derivará a visita oftalmológica virtual.

## 5.2- Ejemplo puntuación OCT papila

Name: [REDACTED]      **OD**      **OS**        
 ID: [REDACTED]      Exam Date: 10/23/2018      10/23/2018      cirrus  
 DOB: 1/2/1948      Exam Time: 8:55 AM      8:56 AM  
 Gender: Male      Serial Number: 4000-1752      4000-1752  
 Technician: cirrus, operator      Signal Strength: 5/10      5/10

### ONH and RNFL OU Analysis: Optic Disc Cube 200x200      **OD**      **OS**



Comments

Doctor's Signature

cirrus  
 SW Ver: 7.0.3.19  
 Copyright 2015  
 Carl Zeiss Meditec, Inc  
 All Rights Reserved  
 Page 1 of 1

Criterios de puntuación para OCT papila		
1- <i>Average RNFL</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico / NA	2
2- <i>Rim Area</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico / NA	2
3- <i>RNFL deviation</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
4- <i>RNFL clock</i> OD 07h o 11h OI 01h o 05h	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
Puntuación total; 7 puntos		

En el **caso del OD**:

1- El *average* de RNFL es de 75  $\mu\text{m}$  y el programa lo considera como un valor dudoso por la edad, por eso está representado con el color amarillo y nosotros le daremos 1 punto.

2- El valor del *rim area* es de 0,81  $\text{mm}^2$  y con un color rojo que se traduce en resultado patológico, por eso le daremos 2 puntos.

3- En el caso del mapa de desviación del RNFL, vemos estas dos zonas marcadas en color rojo amarillento y por eso lo valoraremos con 2 puntos, considerándolo patológico.

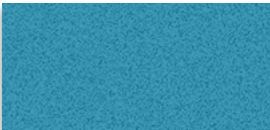


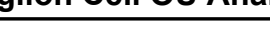
4- Y por último en el RNFL *clock* vemos quesitos de color amarillo en la zona de las 7 h y las 11 h (las zonas más susceptibles a lesiones glaucomatosas), por lo que le daremos 2 puntos (aunque el color es el amarillo en la gráfica, hay 3 quesitos en las zonas más comprometidas).

En total obtenemos de **7 puntos**, el cuál es un resultado patológico y se remitirá al paciente para una visita virtual con el oftalmólogo.

En el **caso del OI** todos los valores están dentro de lo normal, por eso la puntuación es de 0 en todas las áreas, y en el mapa de RNFL no se ven zonas coloreadas.



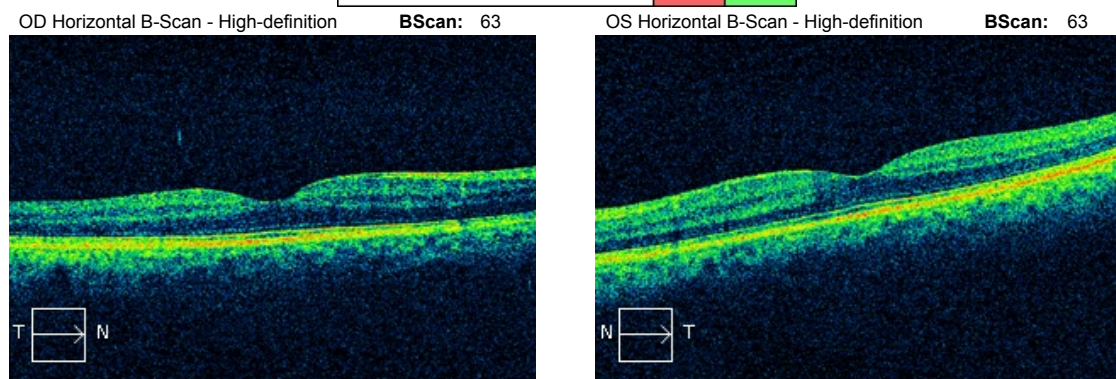
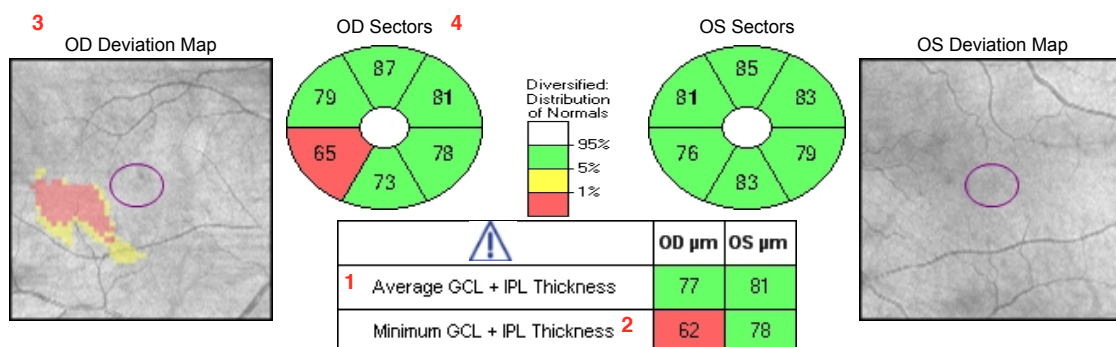
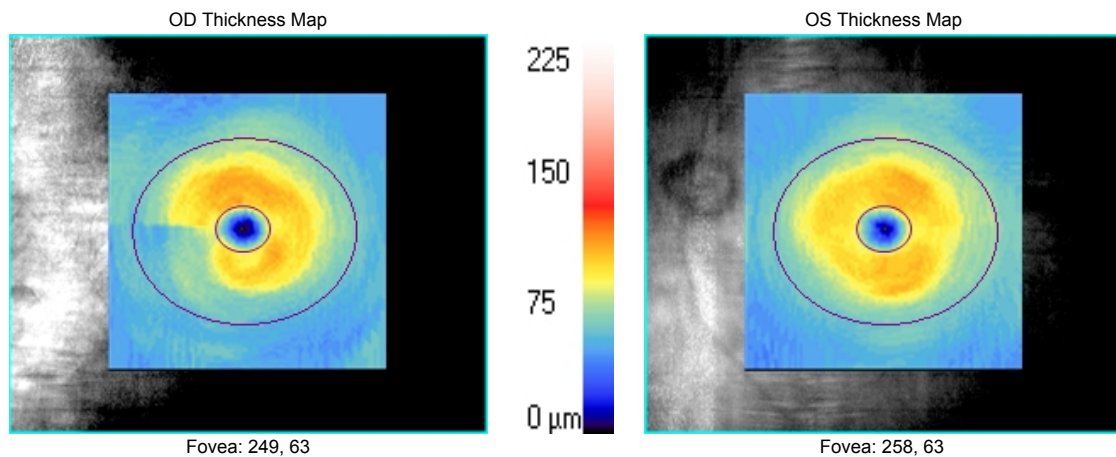
### 5.3 - Ejemplo de puntuación para un OCT CGG



Name: 
 ID: 
 Exam Date: 10/23/2018 10/23/2018 cirrus  
 DOB: 
 Exam Time: 8:55 AM 8:56 AM  
 Gender: 
 Serial Number: 4000-1752 4000-1752  
 Technician: cirrus, operator Signal Strength: 6/10 7/10



#### Ganglion Cell OU Analysis: Macular Cube 512x128

OD ● OS



Comments: 
 Doctor's Signature: 
 cirrus  
 SW Ver: 7.0.3.19  
 Copyright 2015  
 Carl Zeiss Meditec, Inc  
 All Rights Reserved  
 Page 1 of 1

Criterios de puntuación para OCT CGG OD		
1- <i>Average</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
2- Mínimo	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
3- RNFL <i>deviation</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
4-RNFL <i>clock</i>	Normal	0
	Dudoso	1
	Patológico	2
Total puntos: 5 puntos		

Para el **OD**:

1- El *average* es de 77  $\mu\text{m}$  y la celda es verde, por lo tanto, se puntúa con 0 puntos.

2- El valor de mínimo CGL es de 62  $\mu\text{m}$  representado con una celda de color rojo, y por lo tanto es patológico. Le daremos 2 puntos.

3-En el mapa podemos observar una zona coloreada y lo valoraremos con 1 punto. Es un patrón en forma de caracol (tal como se observa de forma inversa en el *thickness map*), típico de lesiones glaucomatosas.

4-Y por último en el RNFL *clock* tenemos un quesito rojo, por lo tanto, es patológico y lo valoramos con 2 puntos.

Si sumamos todos estos valores obtenemos **5 puntos**, y se considerará la prueba como patológica, así que remitiremos al paciente para una visita virtual al oftalmólogo.

En cambio, para el **OI** todos los valores se encuentran dentro de la normalidad, con 0 puntos.



## 5.4- Valoración final:

Después de puntuar el campo visual y las OCT de papila y CGG valoramos en conjunto las puntuaciones obtenidas por estas pruebas para decidir el curso de acción en cada caso. Los ejemplos que se han presentado pertenecen al mismo paciente. Recopilando la información, para el OD el campo visual lo valoramos con 6 puntos, el OCT de papila con 7 puntos y el OCT CGG con 5 puntos. En todas las pruebas obtenemos una valoración de patológico, lo cual nos aconseja remitirlo a una visita oftalmológica virtual. Por otra parte, si tuviéramos que valorar el OI, y el campo visual fuera normal, y los OCT también, lo volveríamos a visitar en un año, realizando todas las pruebas de nuevo.

EVALUACIÓN			
Si es <b>patológico</b> ; remitir a visita virtual oftalmológica			
CV	OCT PÁPILA	OCT CGG	
normal	normal	normal	opto 1 año
normal	dudoso o no fiable	normal	opto 1 año
normal	normal	dudoso o no fiable	CV 10.2 1- Normal: opto 1 año 2-Dudoso o patológico: virtual oftalmo
normal	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalmo
dudoso o no fiable	normal	normal	repetir campo en 6 meses
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	normal	virtual oftalmo
dudoso o no fiable	normal	dudoso o no fiable	virtual oftalmo
dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	dudoso o no fiable	virtual oftalmo

Puntuación para OD	
CV	6 puntos: patológico
OCT papila	7 puntos: patológico
OCT CGG	5 puntos: patológico
Se remite a visita virtual oftalmológica	

Puntuación para OI	
CV	0 puntos: normal
OCT papila	0 puntos: normal
OCT CGG	0 puntos: normal
Se cita para control optometrista en un año con todas las pruebas	

## 6- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Después de haber aplicado este protocolo en algunos casos reales de nuestras consultas observamos que parece cumplir con lo esperado, dando confianza tanto al optometrista como al oftalmólogo. Cualquier indicio de posible patología será detectado y remitido al oftalmólogo y eso se podrá hacer de una forma estandarizada y con garantías ya que no dependerá de la interpretación del optometrista, sino que se hará en base a un protocolo creado entre ambos profesionales basado en la evidencia científica y la experiencia de la práctica clínica.

Ya se está sugiriendo que la figura del optometrista es clave para mejorar los servicios de oftalmología, dando un apoyo y trabajando en equipo. Un protocolo como el presentado en este trabajo puede ser beneficioso para el paciente, dado que se le podrá asegurar una continuidad asistencial adecuada, y también será positivo para el optometrista por las nuevas posibilidades profesionales que se le presentan, y para el oftalmólogo, por el apoyo que recibirá y la consecuente mejora en el espacio de sus agendas.

Un tema pendiente es el de la medida de la PIO, como ya hemos mencionado el optometrista no puede realizar la tonometría de Goldmann por el uso de colirios anestésicos que se necesita para esta prueba. Proponemos, pues, a espera de un posible cambio legislativo, medir con métodos de no contacto, algunos de los cuales no se consideran tan exactos como el *gold standard* (Goldmann), y aplicar los factores de corrección determinados en la primera visita, en la que se comparan ambos métodos.

El siguiente paso sería poder aplicar este protocolo en un grupo numeroso de pacientes y a través de un seguimiento a largo plazo, para valorar estadísticamente como funciona y poder mejorarlo si es necesario. Así, por ejemplo, sabríamos cuantos de los pacientes que son remitidos al oftalmólogo para una visita virtual son realmente un inicio de patología o son falsos positivos, o si representa un ahorro económico para el servicio. En todo caso, el protocolo presentado es relativamente conservador, dando prioridad a la sensibilidad (detectar todos los posibles casos patológicos) por encima de la especificidad (posiblemente se remitan pacientes de forma innecesaria). Los futuros ajustes (*fine tuning*) del protocolo intentarán, sin perjudicar su sensibilidad, incrementar la especificidad.

## 7- BIBLIOGRAFIA

- 1- Model d'atenció en oftalmologia i criteris de planificació. Àmbit d'atenció primària i d'atenció especialitzada ambulatoria. Versió 3. Febrer 2014.  
[http://salutweb.gencat.cat/web/.content/\\_ambits-actuacio/Linies-dactuacio/Serveis-sanitaris/Altres-models-anteriors-datencio-sanitaria/Model-datencio-en-oftalmologia-criteris-de-planificacio/model\\_atencio\\_ofthalmologia.pdf](http://salutweb.gencat.cat/web/.content/_ambits-actuacio/Linies-dactuacio/Serveis-sanitaris/Altres-models-anteriors-datencio-sanitaria/Model-datencio-en-oftalmologia-criteris-de-planificacio/model_atencio_ofthalmologia.pdf)
- 2- Wostyn P, De Groot V, Van Dam D, Audenaert K, De Deyn PP. Senescent changes in cerebrospinal fluid circulatory physiology and their role in the pathogenesis of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2013;156:5-14.
- 3- Girard MJ, Suh JK, Bottlang M, Burgoyne CF, Downs CJ. Scleral biomechanics in the aging monkey eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50:5226-37,
- 4- OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- 5- Alward W. Glaucoma los requisitos en oftalmología. Harcourt. Barcelona, 2000.
- 6- McMonnies CW. Glaucoma history and risk factors. *J Optom*. 2017;10: 71–78.
- 7- Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol*. 2002; 86: 238–242.
- 8- European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 2: Classification and terminology. *Br J Ophthalmol*. 2017;101: 73–127.
- 9- Alencar L, Medeiros F. The role of standard automated perimetry and newer functional methods for glaucoma diagnosis and follow-up. *Indian J Ophthalmol*. 2011;59:S53–8.
- 10- [https://www.zeiss.com/content/dam/Meditec/downloads/pdf/forum-help/fgw/G\\_30\\_1911\\_v2\\_3\\_es\\_FORUM\\_Glaucoma\\_Workplace\\_V2\\_0.pdf](https://www.zeiss.com/content/dam/Meditec/downloads/pdf/forum-help/fgw/G_30_1911_v2_3_es_FORUM_Glaucoma_Workplace_V2_0.pdf)
- 11- Susanna Jr R, Vessani RM. Staging Glaucoma Patient: Why and How? *Open Ophthalmol J*. 2009; 3:59–64.
- 12- Cirrus HD- OCT. How to read Cirrus reports.  
<https://www.zeiss.co.uk/content/dam/Meditec/gb/Chris/OCT%20Business%20Builder/PDF%27s/1.pdf>

- 13-Jaén-Díaz JI, Cordero-García B, López-de-Castro F, de-Castro-Mesa C, Castilla-López-Madrirdejos F, Berciano-Martínez F. Diurnal variability of intraocular pressure. Arch Soc Esp Oftalmol. 2007;82:675-9.
- 14- Agnifili L, Mastropasqua R, Frezzotti P, Fasanella V, Motolese I, Pedrotti E, Di Iorio A, Mattei PA, Motolese E, Mastropasqua L. Circadian intraocular pressure patterns in healthy subjects, primary open angle and normal tension glaucoma patients with a contact lens sensor. Acta Ophthalmol. 2015;93:e14-21.
- 15- Castellví J, Parera MA, Loscos J. Revisión bibliográfica. Consideraciones sobre los principios físicos de la tonometría de aplanación. Gaceta óptica. 2018;442:30-4.
- 16- Realini T. The Ocular Response Analyzer. Measuring the biomechanical properties of the cornea might provide insight into the pathophysiology of glaucoma. Glaucoma Today. 2008:27-30. [http://glaucomatoday.com/pdfs/GT0708\\_04.pdf](http://glaucomatoday.com/pdfs/GT0708_04.pdf)
- 17- Kaushik S, Singh Pandav S. Ocular Response Analyzer. J Curr Glaucoma Pract. 2012;6:17-9.
- 18- Diaz Alemán VT, Fernández-Baca Vaca G, Lozano López V, García Somalo M, Perera Sanz D, González de la Rosa M. Normograma de riesgo de progresión de hipertensión ocular basado en el ocular hypertension treatment study. Arch Soc Esp Oftalmol. 2005;80:151-4.
- 19- Jara Peñacoba M(1), López Traynor A, Duce Tello S, Navas Serrano V, González Sanz M, Toledano Fernández N. Estudio comparativo del neumotonómetro respecto al tonómetro de Goldmann para el cribado de presión intraocular (PIO) elevada. Aten Primaria. 2000;25:493-6.
- 20- Farhood QK. Comparative evaluation of intraocular pressure with an air-puff tonometer versus a Goldmannn applanation tonometer. Clin Ophthalmol. 2013;7:23-7.
- 21- Yilmaz I, Altan C, Aygit ED, Alagoz C, Baz O, Ahmet S, Urvasizoglu S, Yasa D, Demirok A. Comparison of three methods of tonometry in normal subjects: Goldmannn applanation tonometer, non-contact airpuff tonometer, and Tono-Pen XL. Clin Ophthalmol. 2014;8:1069-74.
- 22- Barrett C, O'Brien CJ, Loughman J. An analysis of optometry referrals to ophthalmology for glaucoma suspects. ARVO Annual Meeting Abstract, April 2014;55:5567. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2271176>
- 23- Hodapp E, Parrish RK II, Anderson DR. Clinical decisions in glaucoma. St Louis: The CV Mosby Co; 1993. pp. 52-61.